

n° 121

HIVER 2012

**MAGNÉTHÉRAPIE
PORTABLE****Simulez vos circuits**

- Chargeur NiCd et NiMh
- Améliorez votre audition
- MINILAB : Circuits CMOS
- Le bruit thermique dans les résistances
- Les ondes sismiques

**SOMMAIRE
DÉTAILLÉ
PAGE 3**

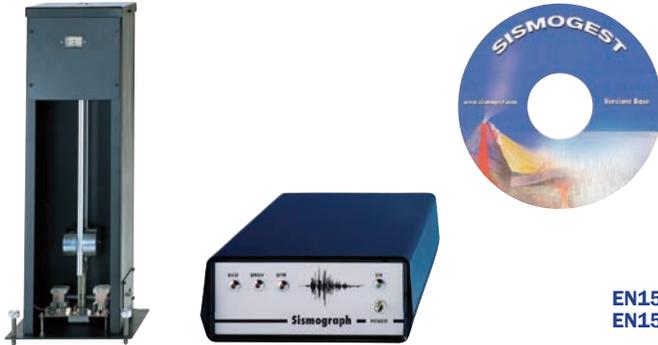
N° 121 DÉCEMBRE 2012

M 04662 - 121 - F: 7,50 € - RD



LES KITS DU MOIS...LES KITS DU MOIS

SISMOGRAPHE COMPLET AVEC DÉTECTEUR PENDULAIRE ET INTERFACE PC



Ce kit est composé d'un détecteur pendulaire et d'une interface PC (avec son logiciel **Sismogest**) qui permet de visualiser sur l'écran de votre ordinateur les sismogrammes d'un tremblement de terre. Le pendule vertical de 60 cm de long permet de détecter non seulement tous les séismes de moyenne intensité se produisant dans un rayon d'environ 300 km mais aussi ceux de plus grande intensité ayant lieu dans un rayon de 2 000 km. Cet l'appareil est simple et économique.

EN1500K.... Kit Sismographe avec détecteur pendulaire & l'interface PC .. 357,00 €
EN1500K/KM....Sismographe complet version montée..... 485,80 €

MAGNÉTHÉRAPIE PROFESSIONNELLE PORTABLE

Ce kit est un générateur d'impulsions thérapeutiques composées de 40 impulsions d'une durée de 100 µs. Les impulsions atteignent 80 V crête à crête et sont rayonnées par une bande de tissu. Elles pénètrent profondément dans le corps. Il peut être transporté partout grâce à sa mallette. Il est doté d'un microcontrôleur de type ARM (Cortex M3) livré avec boîtier, les nappes au choix en option.

*Caractéristiques techniques :

- Alimentation 220 V AC.
- Choix de **6 fréquences** avec réglage de la durée de **1 heure à 6 heures**.
- Chaque cycle est répété **5 fois**.

- 78 impulsions pendant 2 minutes**
- 156 impulsions pendant 2 minutes**
- 312 impulsions pendant 2 minutes**
- 625 impulsions pendant 2 minutes**
- 1 250 impulsions pendant 2 minutes**
- 2 500 impulsions pendant 2 minutes.**

Cet appareil ne doit pas être utilisé sur les femmes enceintes et les personnes portant un Pacemaker.



EN1796K ... Kit Magnétothérapie Professionnelle Portable..... 310,00 €
EN1796KM.Magnétothérapie version montée 403,00 €
PC1293..... nappe pour magnétothérapie (22cm x 42cm)..... 31,00 €
PC1325..... nappe pour magnétothérapie (13cm x 85cm)..... 31,50 €

MICRO STÉRÉO AMPLIFIÉ



Ce kit est un amplificateur stéréophonique pour les personnes atteintes d'hypoacousie (réduction de la capacité auditive). Il comporte 2 canaux indépendants chacun ayant un réglage de volume et de la tonalité. IL dispose d'un boîtier avec compartiment pile incorporé.

*Caractéristiques techniques :

- Alimentation : pile 6F22 9V (non fournie)
- Gamme de fréquence : 20 Hz à 20 kHz
- Réglage indépendant du volume, graves, médiums et aigus sur chaque canal.**
- Livré avec les écouteurs

EN1795..... Kit Amplificateur stéréophonique..... 55,20 €
EN1719KM.Amplificateur stéréophonique version monté 71,50 €

CHARGEUR NICD ET NIMH



Ce kit est un chargeur de batteries NiCd et NiMh intelligent. Il est doté d'un dispositif de pré décharge automatique de l'élément à recharger afin d'éviter toute surcharge de la batterie, du contrôle du temps de recharge ainsi que du courant. Il peut recharger de 1 à 10 éléments à la

fois de 1.2 V. Une fois la charge effectuée la fonction charge de maintien s'active pour garder les éléments convenablement chargés.

*Caractéristiques techniques :

- Alimentation : 12 V DC (transformateur secteur non fourni)
- Sélecteur du **nombre d'éléments à charger**.
- Sélecteur du **temps de recharge** (1/2 heure, 1 heure ou 12 heures)
- Visualisation de l'état de la charge par LED
- Réglage du courant de charge par potentiomètre de **0 à 1 A**
- Fonctionnement en **PWM** pour une dissipation réduite.

EN1713.....Kit chargeur de batteries avec boîtier 86,00 €
EN1713KM..Kit chargeur de batteries112,50 €

LTSPICE : LOGICIEL POUR LA SIMULATION DES CIRCUITS ÉLECTRONIQUES

Ce logiciel est un simulateur de circuits électroniques sur PC. Il permet de dessiner son propre schéma et de le simuler. Il peut visualiser les formes d'ondes dans les différents points du circuit comme sur un oscilloscope. Il réalise 6 types d'analyses fondamentaux : -analyse en transitoire, -analyse en AC pour petits signaux, -DC sweep, -bruit, -fonction de transfert en DC, -point de travail en DC. **LTSpice CDrom 14,30 €**

COMELEC CD 908 - 13720 BELCODENE Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95 www.comelec.fr

Le QR CODE ou code de réponse rapide 04



Le code QR a été développé en 1994 par la compagnie japonaise Denso Wave pour satisfaire la traçabilité des pièces de voitures dans les usines. Vu la capacité du code à contenir plus de données qu'un code barre, il a été utilisé pour la gestion des stocks industriels jusqu'en 2000 quand certaines de ses fonctions devinrent accessibles aux étiquettes RFID.

OPEN SOURCE : logiciel ou free ? 06



En informatique, open source indique un logiciel dont les auteurs ou les détenteurs des droits permettent et même favorisent la libre utilisation et l'apport de modifications de la part des autres programmeurs indépendants. Cela est réalisé au moyen de l'application des licences d'utilisation.

La simulation de la 3D..... 08



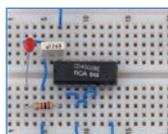
La stéréoscopie est une technique de réalisation et de visualisation d'images, de dessins, photographies et films, conçue pour donner l'illusion de la tridimensionnalité (ou 3D), analogue à celle que produit la vision binoculaire de la vision humaine.

Un micro stéréo préamplifié 12



Avec ce montage nous avons optimisé les prestations du microphone EN1762, que nous avons rendu stéréophonique en le dotant de deux canaux indépendants, un pour l'oreille gauche et un pour l'oreille droite.

MINILAB : expérimenter les CMOS 19



Les circuits intégrés numériques CMOS de la série 4000 ont été pendant des années la meilleure manière de réaliser les circuits les plus divers et ils sont toujours une alternative valable à la «logique programmée» des microcontrôleurs grâce à leur faible consommation, leur grande vitesse et leur simplicité d'utilisation.

LTSpice : apprendre à simuler vos circuits 33



Le simulateur LTSpice est devenu pour les concepteurs un outil d'utilisation aussi courant que le fer à souder. La simulation permet d'effectuer des vérifications même sophistiquées sur un circuit, ce qui en accélère considérablement la réalisation, prérogative réservée jusqu'ici aux professionnels. Dans ce nouveau cours nous vous expliquerons comment utiliser LTSpice et comment mettre à profit les connaissances acquises.

Chargez les NiCd et NiMH avec votre alimentation 56



Le chargeur pour batteries au Nickel Cadmium et Nickel Métal Hydrure que nous vous proposons, permet de s'affranchir définitivement du recours aux traditionnelles piles alcalines «utiliser/jeter» (jetables). Il s'agit d'une manière intelligente et écologique de produire de l'énergie «portative» à un coût véritablement bas, en utilisant le 12 V prélevé sur la batterie de la voiture ou à partir de n'importe quelle alimentation stabilisée.

Magnétothérapie RF professionnelle et portable70



Cette nouvelle magnétothérapie professionnelle représente une synthèse des meilleures caractéristiques des deux versions précédentes, EN1293 et EN1610. Cette amélioration est due à l'adoption d'un composant d'avant-garde : le microcontrôleur Cortex M3. Avec sa petite valise 24 heures très commode, vous pourrez avoir cet appareil désormais portatif toujours avec vous et où que vous soyez, avec tout le matériel dans la petite valise.

Le sismographe ou ces secondes maudites 88



Nous avons été les premiers à concevoir et rendre disponible pour les amateurs d'électronique un sismographe ayant des caractéristiques à faire pâlir le système le plus professionnel. La protection civile, les chercheurs et les amateurs éclairés se sont intéressés au nôtre depuis fort longtemps et grâce à tous les exemplaires présents dans les zones à risque (Italie, Turquie, Japon...) nous pouvons comparer, en temps réel, les données provenant des différentes stations de détection, même celles situées dans des pays lointains.

Le bruit des résistances 92



Eh oui, une résistance engendre du bruit (au sens électronique du terme), ce qui peut étonner de la part d'un composant aussi familier auquel nous ne prêtons que peu d'attention ! Cette brève Leçon d'approfondissement du Cours APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE en PARTANT de ZÉRO vous explique le phénomène et ses implications pratiques.

Le bulletin d'abonnement se trouve page..... 96

Les petites annonces se trouvent page.....97

Ce numéro a été envoyé à nos abonnés le 6 Décembre 2012

Crédits Photos : Corel, Futura, Nuova, JMJ

Tous les articles et les revues sont téléchargeables sur notre site internet
<http://www.electronique-magazine.com>

LISEZ
ELECTRONIQUE
ET LOISIRS
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

par Alexandra Frascini



Le QR CODE

ou code de réponse rapide

Le **QR CODE** est un code à barre bidimensionnel, ou code **2D**, doté d'un logiciel de lecture et utilisant le «déclenchement» d'un smartphone, décodé et transformé en un lien («link») pour accéder rapidement à des contenus internet. Il est constitué de modules noirs disposés à l'intérieur d'un schéma de forme carrée (dans un seul cryptogramme on a 7 089 caractères numériques ou 4 296 alphanumériques) inséré ou imprimé sur un média traditionnel de type analogique comme un mur, un journal, un ticket d'entrée, un produit.

Le nom **QR** est l'abréviation de l'anglais **Quick Response** (réponse rapide), en vertu du fait que le code fut développé pour permettre un décodage rapide de son contenu. Dans les codes **QR** on utilise le code **Reed-Solomon** pour la détection et la correction d'erreur : au cas où le **QR** serait en partie endommagé, par exemple taché ou griffé sur le support papier, l'application **Reed-Solomon** permet de reconstruire les données perdues et de restaurer, pendant le décodage, jusqu'à 30% des informations codées.

L'association **QR Code** a été fondée pour divulguer et utiliser de manière standardisée cette innovation : c'est une association de référence thématique collaborant à la définition de projets publics et privés sur tout le territoire national. Engagée dans des secteurs aussi hétérogènes que l'édition, l'advertising et le marketing, des entreprises aux institutions en passant par l'Université, elle a dû se structurer en beaucoup de domaines de développement et d'étude.

Elle naquit il y a 18 ans au Japon

Le code **QR** a été développé en 1994 par la compagnie japonaise **Denso Wave** pour satisfaire la traçabilité des pièces de voitures dans les usines Toyota. Vu la capacité du code à contenir plus de données qu'un code barre, il a été utilisé

pour la gestion des stocks industriels jusqu'en 2000 quand certaines de ses fonctions devinrent accessibles aux étiquettes RFID.

En **1999**, après le passage de la technologie **QR Code** en licence libre, il se répand d'abord au Japon et ensuite dans le reste du monde dans les domaines les plus divers grâce aux applications toujours plus nombreuses du téléphone mobile dans la vie quotidienne et à la diffusion des smartphones, dotés d'appareils photo évolués.

En 1999, **NTT Docomo**, la principale compagnie de téléphonie mobile japonaise lance i-mode, système pour l'utilisation du Web à partir du téléphone mobile et les codes **QR** se révèlent très utiles pour épargner aux gens le fastidieux souci d'insérer des données dans leur téléphone. C'est ainsi que, dès la seconde moitié de l'an 2000, les publicités recourant aux codes **QR** imprimés sur les pages des journaux et revues ou sur tracts publicitaires, pour faire connaître facilement les adresses et URL, devinrent une banalité. Pendant quelque temps au Japon on imprime les codes **QR** sur les tickets d'entrée afin de simplifier l'insertion des données dans la rubrique du téléphone mobile. Cet usage subit cependant un ralentissement considérable lorsque se développent les systèmes de transmission de données par infrarouges. À côté de la définition **QR Code** on trouve une définition plus explicite : **mobtag**. Les applications gratuites de lecture des QR distribuées par l'Android Market, App Store ou encore d'autres sites Web se multiplient et divers sites offrent l'opportunité de produire les codes gratuitement.

Comment s'écrit un QR ?

Puisque **Denso Wave** a rendu publique l'utilisation de la technologie **QR** en licence libre, il est possible de trouver sur Internet des programmes gratuits pour la lecture (décodage) et pour l'écriture (codage) des codes QR.

Depuis la fin des années 2000, les programmes de lecture des codes QR sont normalement déjà installés dans les téléphones mobiles des différents constructeurs, surtout les japonais. En ce qui concerne l'écriture, il existe différents sites permettant la libre production des codes QR lesquels peuvent contenir des adresses Internet, des textes, des numéros de téléphone ou des SMS.

Les terminaux **Android** sont également en mesure de les lire, de les interpréter correctement et de se connecter au site au moyen de l'application **QR Droid**, laquelle permet de créer et de décoder les codes QR. Cette application, une fois lancée, présente son menu sur deux colonnes et deux sections.

La première est dédiée à la création de codes QR : elle nous permet de créer le QR d'un contact, d'une URL, d'une application, d'un numéro de téléphone, d'un événement du calendrier, d'un SMS, d'une position acquise par le GPS, ou d'un texte libre.

La seconde section, en revanche, est dédiée au décodage des codes QR : l'application, en effet, permet le décodage des codes QR présents dans les images sauvegardées dans notre memory card, en adresses URL, acquises en temps réel par l'APN ou d'explorer la chronologie des codes décodés.

Le **Micro QR** (*Micro QR code*) est une version réduite du code QR normal, cette version est utilisée pour des applications en espace réduit et requérant une moindre quantité d'informations, comme par exemple l'ID de circuits imprimés ou de composants électroniques. Il existe diverses formes de Micro QR, la plus dense en termes d'informations peut contenir jusqu'à 25 caractères alphanumériques.

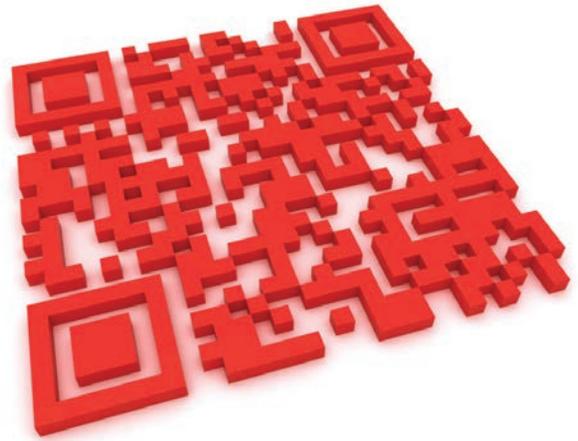
En musique et pour les arts aussi...

Parmi les occurrences étranges des QR on se souviendra du groupe pop britannique Pet Shop Boys qui en 2007 les a utilisés pour le téléchargement du single Integral. Dans le vidéoclip, les codes dirigent les usagers vers le site du groupe et certaines pages Web leur proposent des directives d'utilisation de la carte d'identité en Grande Bretagne. En 2009, l'artiste japonais **Takashi Murakami**, en collaboration avec l'agence de création SET, a réalisé un Design QR formé avec les images de Louis Vuitton et d'un des personnages de l'artiste.

L'artiste Fabrice de Nola a lancé le projet Active qui utilise des codes QR peints sur des tableaux à l'huile ou insérés dans des photographies.

Quelles applications pour le QR ?

Les applications fonctionnelles sont multiples : cela va des biens culturels à l'art, de la santé à l'école, des transports au shopping et aux contributions pour créer des choix de



consommation potentiellement plus conscients, commençant discrètement puis croissant de manière exponentielle en 2010 avec des applications dans plusieurs secteurs. Par exemple, dans l'édition : beaucoup de journaux ont renouvelé l'univers de l'impression sur papier et se sont transformés en médias interactifs, en fournissant au lecteur, à travers le QR code, les vidéos des résultats sportifs de nos champions et de nos benjamins.

À l'occasion des derniers **Jeux Olympiques d'Hiver de Vancouver en 2010**, les villes du Canada, de Toronto à Montréal ont été couvertes d'affiches rendues interactives par le QR Code, ce qui a provoqué une forte augmentation des adhésions aux offres spéciales et aux promotions. Dans le domaine culturel le QR a été utilisé pour faire connaître l'offre d'information de l'Université. Dans le monde de la viticulture, les **Dinamic Wine Labels** ont fait leur apparition : étiquettes technologiques fournissant par l'impression d'un QR Code, des informations complémentaires sur la société, l'année, les cépages. Pepsi au Danemark et **McDonald's** aux USA ont réalisé des campagnes publicitaires contenant des QR Codes : avec un simple clic d'APN, l'utilisateur a pu profiter de remises, d'informations sur des événements sponsorisés ou sur les données nutritionnelles. Un des produits les plus importants de la filière agro-alimentaire, **l'huile d'olive de qualité**, a choisi d'adopter la nouvelle technologie avec l'étiquette qui s'adresse au consommateur. Le projet, non seulement présente de grandes potentialités de marketing pour les produits, mais il est de surcroît un moyen de contrôle efficace pour réaliser la traçabilité souhaitable. Les **communes** aussi peuvent en installer en bord de mer ou en station balnéaire : elles utilisent ce métalangage pour transmettre à temps des informations municipales et les services les plus importants de la ville. Des projets pilotes voient ainsi le jour et ils pourront être imités et adaptés à tous les cas particuliers, municipaux et touristiques.

Les plus récentes applications concernent les **modalités de paiement** au moyen de POS mobiles avec lecture des limites de paiement d'un QR Code affiché sur le smartphone de l'utilisateur. Grâce à la baisse des coûts liée au dispositif POS, la solution est particulièrement avantageuse pour les petites exploitations, les PME, les taxis et pour les professionnels en général...

apportent de nouvelles fonctionnalités et contribuent à corriger les erreurs rencontrées. Ainsi le **kernel Linux** – distribué en licence libre – voit le jour. Internet rend possible la communication entre des personnes très distantes, rapidement et à faible coût. De plus il facilite la distribution de logiciels directement en ligne, ce qui réduit encore les coûts de duplication et les difficultés à trouver le logiciel dont on a besoin.

Mais l'open source est-elle toujours gratuite ?

L'open source, c'est-à-dire les logiciels à code ouvert, comme **Linux**, sont souvent disponibles gratuitement pour les usagers. À côté des programmes traditionnels il existe différents logiciels pouvant être téléchargés gratuitement en ligne et qui couvrent quasiment toutes les attentes des usagers. De plus ils sont modifiables par ces mêmes usagers qui peuvent ainsi les personnaliser. En effet, **un logiciel open source n'est pas nécessairement gratuit**, mais il est toujours librement modifiable par l'utilisateur.

C'est justement ce que signifie «open source» : à code ouvert, c'est-à-dire que tous les programmeurs peuvent en modifier les caractéristiques ou en utiliser une partie pour construire un autre logiciel, à condition d'appliquer la même licence à leur produit. En fait, celui qui développe le logiciel met à la disposition de tous les connaissances qu'il a développées pour le créer, de telle manière que celui qui doit développer un nouveau programme ait déjà des bases en fonction desquelles il va élaborer son logiciel sans repartir de zéro.

La philosophie de base est donc le partage de la connaissance afin de rendre plus rapide et plus efficace le développement des logiciels au bénéfice de tous. Le terme a été forgé en 1998, durant une conférence à Palo Alto, en Californie où **Netscape** annonça la «mise en liberté» (puisque c'est ce que veut dire «open source») du code source pour le logiciel Navigator (ensuite combiné au projet Mozilla, d'où le navigateur Firefox Mozilla). Le code d'un logiciel doit être librement modifiable et disponible, mais il n'est nul besoin de faire la confusion entre «librement disponible» et «gratuit». Dans tous les cas, il y a des conditions supplémentaires comme la possibilité de créer des logiciels dérivés sans avoir à payer des droits d'auteur, mais avec l'obligation d'appliquer la même licence.

Android, l'open source «fermée»

VisionMobile, société vouée à l'analyse du marché, a fait un rapport détaillé du monde ouvert du code source des logiciels : il en a retenu les qualités et les défauts. L'analyse se base sur une classification des systèmes ouverts les plus connus et diffusés. **Le système open le plus fermé ? Android !** Le logiciel de Google a un coefficient de 23% d'ouverture, avec un accès aux développeurs limité au minimum. Il s'agit en somme pratiquement d'un système fermé, identique à 77% à celui des concurrents. Aujourd'hui l'utilisation dans le secteur mobile de logiciels open source est devenue une règle.



Et pourtant, relève VisionMobile, il manque un aspect très important pour déterminer si un logiciel est libre et vraiment open source, afin d'évaluer son degré d'ouverture avec un système inacceptable : l'accès direct au code source. En effet, il n'est pas tout à fait prévu qu'un système classé «open» soit vraiment accessible aux modifications de quiconque. Ce degré d'ouverture est défini par la «gouvernance». Android est le système le moins ouvert, il est fermé à 77% et pourtant c'est celui qui remporte le plus grand succès. L'ouverture de la gouvernance semble donc sans influence sur le succès d'un logiciel.

Licences et gouvernance

On sait tout sur les licences de l'open source, mais on parle peu des modèles de gouvernance de l'open source. Si les **licences** déterminent les droits d'utilisation, de copie et de modification d'un produit, la gouvernance détermine le droit à la visibilité, à l'influence et aux dérivés de ce produit. Et ainsi, alors que la licence s'applique au code source, la gouvernance s'applique au projet ou à la plateforme. Le modèle de gouvernance décrit les points de contrôle d'un projet comme Android et WebKit. C'est un facteur déterminant pour le succès de la plateforme. La gouvernance détermine donc qui a de l'influence et du contrôle sur la totalité du projet, bien au delà de ce que légalement la licence open source de ce projet décrit.

Le mouvement du logiciel libre

Le mouvement du «logiciel libre» fut créé en 1989 par **Richard Stallman**. Stallman est fortement convaincu que le logiciel doit être libre, c'est-à-dire en mesure de permettre à tous les usagers d'apporter des modifications et donc des améliorations à tous les niveaux. Les règles de base de Stallman sont :

- liberté d'effectuer un programme pour n'importe quel rôle
- liberté d'étudier le fonctionnement du programme et de l'adapter à ses besoins
- liberté de distribuer le programme pour aider la communauté
- liberté de distribution du programme modifié en fonction de ses propres nécessités.

Les avantages de libérer les codes sources d'un programme ont été décrites par Eric Raymond dans son livre «*The Cathedral and the Bazaar*» (1997) où le logiciel propriétaire (la cathédrale) et celui sans secrets (le bazaar) sont comparés.

par Valérie Lodesani



La simulation de la 3D

La stéréoscopie (également appelée stéréophotographie ou stéréographie) est une technique de réalisation et de visualisation d'images, de dessins, photographies et films, conçue pour donner l'illusion de la tridimensionnalité (ou 3D), analogue à celle que produit la vision binoculaire de la vision humaine. Une invention qui trouve des applications dans de multiples domaines, allant de la simple distraction comme le cinéma ou la télévision ou encore la photographie, à la recherche scientifique, en passant par l'identification des obstacles par les nouveaux systèmes de reconnaissance en industrie automobile.

■ De la perception à la simulation de la 3D

La vision binoculaire et la perception tridimensionnelle de la réalité qui nous entoure, furent un centre d'intérêt pour beaucoup de savants et d'artistes comme **Euclide** ou **Léonard De Vinci** au cours de l'histoire de l'humanité. C'est pourtant seulement au dix-neuvième siècle que la stéréoscopie devint enfin une réalité à la portée de tous : **Sir Charles Wheatstone** réalise les premières expérimentations **stéréoscopiques** à partir de paires de dessins côte à côte de manière à pouvoir reproduire deux images légèrement différentes – comme celles que perçoit l'œil humain – et en **1838** il publie un traité sur la **vision binoculaire**, due aux positionnements différents des deux images perçues par l'œil humain. Son texte est illustré par ses paires de dessins stéréoscopiques : les premiers **stéréogrammes**.

Pour la visualisation de ces premiers dessins «stéréographiques», **Wheatstone** utilise un instrument optique basé sur un système de miroirs et de prismes : ce **stéréoscope à miroirs** envoie correctement les images destinées à l'œil droit et à l'œil gauche. En regardant des images bidimensionnelles, il était ainsi devenu possible d'expérimenter l'illusion de la profondeur tridimensionnelle et **Wheatstone** appela son instrument **Stéréoscope**.

Grâce aux développements de la photographie, et en particulier avec l'invention de la **calotypie** (c'est-à-dire du négatif photographique) par **William Henry Fox Talbot** (1800-1877), **Sir Charles Wheatstone** entrevoit de possibles nouveaux développements de ses recherches. Il contacte alors **Talbot** et lui confie les premières expérimentations de «stéréophotographie». À partir d'une technologie initiale à base de procédés chimiques, optiques et mécaniques, grâce au développement fulgurant de l'informatique et des dispositifs électroniques numériques stéréoscopiques et autostéréoscopiques, la **3D** est devenue un mode presque banal de prise de vues et de visualisation.

En **1838** **Wheatstone** présente le premier stéréoscope réalisé à la **Royal Society** de **Londres** mais sans remporter un franc succès : le système est trop complexe et encombrant. On devra attendre jusqu'en 1849 **Sir David Brewster**, qui avait déjà breveté le **kaléidoscope**, réalise un stéréoscope plus léger et plus maniable : il s'agit d'un «petit binoculaire» doté de lentilles à travers lesquelles on regarde une paire de photographies, réalisées avec deux chambres photographiques côte à côte, placées à l'autre extrémité de l'appareil. Présenté à l'**Exposition Universelle** de **Londres**, le stéréoscope suscite l'intérêt de la reine **Victoria** qui en veut tout de suite un pour elle ! Étant donné l'immense succès rencontré, d'innombrables sociétés anglaises, françaises et américaines vont le produire en série et le diffuser auprès de la bourgeoisie européenne et américaine. Aux Etats Unis **Oliver Wendell Holmes** réalise une version plus économique du **stéréoscope** de **Brewster**.

Avec le temps, aux photographies en blanc et noir sur carton s'ajouteront des photos colorisées à la main et imprimées sur un fin carton. Ensuite elles seront imprimées sur des lames de verre (des diapositives avant la lettre), souvent colorisées elles aussi, ce support conférant une plus grande profondeur aux images stéréoscopiques.



À la fin du dix-neuvième siècle cette débâcle est causée essentiellement par la **naissance du cinéma**. Au vingtième siècle la stéréoscopie se développe en diverses directions. Le stéréoscope du dix-neuvième siècle – avec ses stéréogrammes sur papier – disparaît presque complètement de la scène (il survit sous la forme de jouets économiques) : il est remplacé par un stéréoscope qui se sert de diapositives sur pellicule photographique, le pionnier étant le **Tru-View** et, surtout, le **View-Master**. Au début du vingtième siècle on recherche des pistes pour une vision stéréoscopique sans l'aide d'aucun dispositif optique supplémentaire, stéréoscope ou lunettes, à travers des systèmes autostéréoscopiques utilisant la **barrière de parallaxe** de **William Henry Fox Talbot** et l'écran lenticulaire. Parallèlement à la naissance du **cinéma 2D**, le cinéma stéréoscopique commence, différentes technologies et divers systèmes sont expérimentés. La stéréoscopie trouve en outre des applications dans la bande dessinée (à travers l'anaglyphe*), dans la télévision et dans de nombreux autres domaines.

*Voici comment Wikipedia définit le mot : **L'anaglyphe** (en grec ancien : « ciselure en relief », « bas-relief », « ouvrage sculpté », composé d'ana, « du bas vers le haut » et de glyphe, « ciselure ») est une image imprimée pour être vue en relief, à l'aide de deux filtres de couleurs différentes (lunettes 3D) disposés devant chacun des yeux de l'observateur. Ce principe est fondé sur la notion de stéréoscopie qui permet à notre cerveau d'utiliser le décalage entre nos deux yeux pour percevoir le relief.

■ **Autostéréoscopie**

Aux dix-neuvième et vingtième siècles on a conçu les premiers systèmes de vision stéréoscopique sans l'aide d'aucun **dispositif optique supplémentaire**. Le plus ancien système autostéréoscopique a été conçu par **Jacobson** ou par **Berthier****.

Il trouve une application initiale dans le domaine de la photographie. En **1903 Frédéric Eugène Ivesche** enregistre cette appellation, **barrière de parallaxe**. Cet appareil est utilisé pour la réalisation de photos stéréoscopiques. En **1908 Gabriel Lippmann**, inventeur de la photographie en couleurs en 1886, suggère d'utiliser un système de lentilles à la place de la barrière de parallaxe. Il donne à ce système le nom de **photographie intégrale** et les images prennent le nom d'«**intégramme**».

** Difficile de les départager, un peu comme **Leibniz** et **Newton** pour le calcul infinitésimal.

■ **Le cinéma stéréoscopique**

On peut déjà parler de cinéma capable de produire un effet de tridimensionnalité, avec la célèbre locomotive entrant en gare de La **Ciotat** et qui avance vers la caméra des **frères Lumière** (ce même Louis Lumière produira dans les années 20 un remake de ce film, avec système 3D anaglyphique). Toutefois le cinéma réellement stéréoscopique se développe surtout dans l'entre deux guerres dans des films d'expérimentation du système anaglyphique : le premier film stéréoscopique de l'histoire est **The Power of Love de 1922**. La première période de diffusion de masse du cinéma **3D**, l'âge d'or du cinéma 3D, sont les années cinquante : le premier long-métrage réalisé lors de cette période (avec caméra binoculaire et impression synchronisée sur deux rouleaux de pellicule) est **Bwana Devil** en 1952. Pendant cette décennie plus de 60 films furent tournés, le plus connu étant certainement **Le monstre de la lagune noire** en 1954, réalisé par **Jack Arnold** : c'est la technique la plus coûteuse – celle des lentilles polarisées – qui fut utilisée, il s'agit d'une technique cinématographique sophistiquée mobilisant beaucoup de matériel. Le cinéma stéréoscopique était jusqu'alors surtout relégué dans le domaine des films de série B.

■ **Tru-View et View-Master, de l'invention au jouet**

En 1931 aux USA la Tru-View Company de Rock Island produit et diffuse auprès d'un large public populaire le stéréoscope : appareil à viseur compact et économique utilisant des bobines de pellicule de 35 mm en blanc et noir (les fameux filmstrips) comme support pour les images stéréoscopiques. L'Amérique est alors assoiffée de distractions économiques, car elle est anéantie par le crack de la bourse de Wall Street de 1929. Le viseur Tru-View est tout de suite un succès, mais en 1938 un concurrent arrive : le View-Master inventé par William Gruber, réparateur de pianos d'origine allemande installé aux Etats Unis.

À la différence du Tru-View, le View-Master utilise des disques de carton comme support de 7 paires de diapositives couleurs de 16 mm, solution bien plus économique que celle de son rival ; en plus l'invention de Gruber permet de bénéficier pour la première fois de panoramas réalistes et en couleurs. Pendant les années suivantes le View-Master passera de main en main jusqu'à son acquisition en 1997 par Mattel, fabricant de jouets qui en a poursuivi la production jusqu'à aujourd'hui.

Mais les exemples de grands films 3D ne manquent pourtant pas, en effet **Alfred Hitchcock** a réalisé un film en **3D : Dial M for murder** (1954) [Le crime était presque parfait], interprété par Ray Milland et Grace Kelly.

Oublié ensuite pendant un certain temps, le cinéma 3D s'offre une période de renouveau populaire entre 1973 et 1985 : pendant ces douze années des films stéréoscopiques sont réalisés, comme par exemple **Les Dents de la Mer 3**, suite du célèbre film de **Steven Spielberg**. En 1986 une nouvelle technologie apparaît : **IMAX-3D** utilise toutes les techniques disponibles : anaglyphe, lentilles polarisées et lunettes LCD, il met à profit deux systèmes, à double objectif, avec deux rouleaux de pellicule synchronisés, ou à objectif unique (pouvant être projeté dans les salles IMAX), dans lequel les images sont alternées pour l'œil droit et pour l'œil gauche.

■ **Stéréogramme à points aléatoires**

En 1959 **Bela Julesz** et **MacArthur Fellow**, deux spécialistes de la vision, en neuroscience et en psychologie, inventent les stéréogrammes à points aléatoires. Cette invention se produit alors qu'ils se consacrent à une recherche, dans les laboratoires **Bell**, sur la reconnaissance d'objets dissimulés lors de passages aériens d'avions espions. À cette époque, beaucoup de chercheurs dans le domaine de la vision pensaient que la perception de la profondeur se faisait dans les yeux eux-mêmes, alors que nous savons maintenant qu'il s'agit d'un processus neurologique complexe. **Julesz** utilisa un ordinateur pour créer des images à points aléatoires lesquelles, quand elles étaient observées avec un stéréoscope, permettaient au cerveau de voir des formes tridimensionnelles. Cela prouvait que la perception de profondeur est un processus neurologique.

■ **Beaucoup d'applications entre distraction et technologie**

La stéréoscopie trouve des applications dans d'innombrables domaines, allant de la simple distraction aux études scientifiques. Ci-dessous nous reprenons brièvement les spécialités qui, en presque deux siècles d'histoire, ont su mettre à profit les différents systèmes stéréoscopiques.



Photographie. La plus ancienne application de la stéréoscopie concerne les images photographiques statiques, sur des supports variés, de l'impression de photographies jusqu'aux plus récentes images numériques. La meilleure visualisation des photos stéréoscopiques est obtenue en utilisant comme support la diapositive en couleurs, regardée avec un appareil de visionnage adéquat. Pour la projection de la diapositive on utilise un système de lumière polarisée, alors que pour les images numériques c'est en revanche l'anaglyphe qui est mis en œuvre.

Livres. Dans le domaine de l'édition il est possible de trouver des applications pratiques de la stéréoscopie. Les livres illustrés par des images 3D peuvent utiliser les techniques de la libre vision stéréoscopique, de la stéréoscopie à miroir ou de l'anaglyphe. N'oublions pas les livres scientifiques avec des images stéréoscopiques comme ceux qui paraissent dans les années 60, quand on fait un large usage de petits disques **View-Master** pour représenter le corps humain ou d'autres champs de recherche. Lors des années 90 ce sont les livres d'autostéréogrammes qui se répandent.

Cinéma. Le cinéma, après les premières expérimentations (Stéréo-cinéma, Stéréofantascope), est passé par différents degrés d'intérêt pour la stéréoscopie : différents systèmes de vision 3D en mouvement ont été développés jusqu'aux premières années du vingtième siècle. La cinématographie stéréoscopique a mis à profit l'anaglyphe, les lunettes à verres polarisés, des lunettes à obturateurs alternés (mécaniques et, avec le second boom du cinéma 3D, numériques) et des réseaux lenticulaires.

Télévision. Pour la transmission télévisuelle, le système utilisé jusqu'à l'arrivée de la télévision numérique à haute définition (HD) avec canaux thématiques dédiés à la transmission de programmes en 3D, a été presque exclusivement celui de l'effet **Pulfrich** car c'est le seul à pouvoir fournir, à quelqu'un qui n'utilise pas un support optique adéquat, une vision bidimensionnelle correcte. En 2008 ont été commercialisés les premiers écrans autostéréoscopiques, faits d'afficheurs à barrière de parallaxe ou dotés d'un système lenticulaire. Ces téléviseurs peuvent reproduire des films tridimensionnels à partir d'un support numérique, DVD ou BluRay, ou des émissions numériques stéréoscopiques. En 2010 Sky en association avec le système **3ality Digital** a lancé un canal dédié à l'émission des seuls programmes stéréoscopiques.

Jeux vidéo. La stéréoscopie a été appliquée jusque dans les années 90 aux jeux vidéo en mettant à profit des systèmes comme le visionneur stéréoscopique numérique avec afficheur LCD (Nintendo Virtual Boy), systèmes autostéréoscopiques basés sur la barrière de parallaxe (Nintendo 3DS) ou autres systèmes (PlayStation 3 ou Xbox 360).

Téléphonie mobile. En téléphonie mobile on a vu apparaître les smartphones autostéréoscopiques. Actuellement les deux seuls smartphones à utiliser cette technologie sont LG Optimus 3D et HTC Evo 3D.

Astronomie. La stéréoscopie est appliquée dans les observations astronomiques. Les prises de vue sont effectuées avec deux télescopes distants pointés sur le même objet, la distance entre les deux lieux d'observation est proportionnellement augmentée en adoptant ce que l'on appelle la stéréoscopie artificielle. Pour les explorations spatiales les missions sans équipage prennent des vues stéréoscopiques permettant une vision tridimensionnelle des objets et des sols visités.

Photogrammétrie. La photogrammétrie utilise la stéréoscopie, une technique permettant de détecter la forme, la position et les dimensions d'un objet au moyen d'une paire de photogrammes stéréométriques, c'est-à-dire une paire de photographies obtenues avec une chambre photographique particulière appelée chambre métrique. On parle de photogrammétrie aérienne ou photogrammétrie terrestre en fonction du positionnement de la chambre métrique. Cette technique est utilisée en cartographie, topographie et en architecture.

Microscopie. La stéréoscopie est appliquée à l'observation microscopique à travers le microscope binoculaire, lequel permet de voir le monde microscopique en tridimensionnalité. Pour l'observation d'un champ visuel aussi réduit on utilise un écartement entre les deux points d'observation proportionnellement réduit en adoptant la stéréoscopie artificielle.

Automobiles. Le principe de la stéréoscopie est appliqué aussi à partir de systèmes de reconnaissance d'obstacles montés sur des voitures.

■ **Le Centre d'expérimentation pour la 3D**

Le Groupe Panasonic a inauguré en 2010, le **Panasonic 3D Innovation Center**, un centre d'excellence dans le secteur 3D, dont la mission est d'accélérer le développement de toutes les activités du groupe liées à cette nouvelle technologie. Le **Panasonic 3D Innovation Center** est devenu une référence pour tous les opérateurs produisant des contenus 3D : il offre à ses clients des solutions adaptées à leurs attentes. Avec cette initiative, Panasonic augmente de manière décisive ses activités dans le domaine Audio/Vidéo. Ce secteur est stratégique pour la société car **la technologie 3D dans toute sa complexité** se développe de manière fulgurante. 2010 a été l'année de la 3D : Panasonic avait prévu une extension de cette technologie non seulement dans le secteur audiovisuel mais aussi dans les domaines industriel, sanitaire, scolaire et artistique, lesquels constituent également des applications de la 3D. Cette tendance a requis et requerra dans l'avenir une vaste gamme de solutions End-to-End (complètes), des contenus 3D aux périphériques. Elle déterminera la création de technologies novatrices de la part des sociétés avec un profond savoir-faire et pourra donner au secteur une contribution concrète pour un développement rapide. Le Panasonic 3D Innovation Center cherche à fournir des **solutions personnalisées à tous les clients opérant en 3D**, y compris les entreprises, les organisations et les techniciens spécialistes.



Elle est opérationnelle au Japon où elle sera en mesure de satisfaire aux exigences suivantes : coordination des entreprises liées à la technologie 3D, de la production des contenus à celle des périphériques, pour aider les clients à maximiser leurs opportunités commerciales ; création d'un flux de travail où convergeront la production, les communications et le contrôle des contenus en 3D, afin de garantir un haut niveau de qualité ; garantie d'innovation dans le domaine logiciel / matériel conjointement à des stratégies de marketing univoques.

Le centre a son siège à **Kadoma, Osaka** et il placé sous le contrôle AVC Networks Company, dirigée par **Mr Masayoshi Fujii**, Directeur de la Business Unit TV Consumer & Marketing de AVC Networks. La structure de travail est flexible et elle est en étroite collaboration avec les centres de R&D (recherche et développement) et avec les structures connexes (y compris Corporate R&D Group, AVC Networks Company, Panasonic System Networks Co., Ltd., and Panasonic Visuals), qui ont contribué au développement de contenus et technologies 3D Full HD.

En 2009, Panasonic a en outre inauguré le **Panasonic Hollywood Laboratory**, un centre qui est à l'avant-garde des processus de création et d'enregistrement d'images en Blu-ray 3D, pour l'industrie cinématographique de Hollywood. En 2010 la société a lancé les premiers téléviseurs, lecteurs et enregistreurs Blu-ray en technologie 3D Full HD et elle a développé la première caméra vidéo 3D Full HD au monde, avec double objectif, afin de permettre la réalisation de films en 3D de qualité, mais sans envolée des coûts.

Un micro stéréo préamplifié

Avec ce montage nous avons optimisé les prestations du microphone EN1762, que nous avons rendu stéréophonique en le dotant de deux canaux indépendants, un pour l'oreille gauche et un pour l'oreille droite.



Le succès remporté par notre microphone préamplifié portable **EN1762** (voir **ÉLECTRONIQUE & loisirs magazine** numéro **113** page **80**) auprès de nos lecteurs a été tel que nous avons été amenés à recueillir les précieuses suggestions de tous ceux qui ont construit l'appareil et à en projeter un encore plus satisfaisant. Ce qui émerge de notre petite enquête c'est une donnée peu réconfortante, il existe une spéculation autour d'un problème de santé sérieux, celui de l'hypocousie.

En effet, si cette pathologie est en augmentation constante – cela est dû notamment à l'augmentation de la durée de la vie moyenne de la population –, les Services Sanitaires Européens n'ont jusqu'ici rendu aucun avis à ce sujet. Aussi beaucoup de patients se tournent-ils vers des instituts privés qui leur procurent des appareils de différents types au coût de plusieurs milliers d'euro.

En considérant les conséquences tant personnelles que sociales que le déficit auditif entraîne, nous avons trouvé opportun d'approfondir nos recherches dans cette direction afin de satisfaire un nombre encore plus grand de lecteurs.

C'est ainsi qu'est né notre nouveau projet : un montage dont voici les principales caractéristiques :

- un microphone
- deux canaux indépendants avec des contrôles de tonalité et de volume doubles et indépendants
- un boîtier portable avec pile incorporée.

Par rapport au précédent ce microphone est doté de **deux canaux indépendants**, un pour l'oreille gauche et un pour l'oreille droite.

Quelques informations supplémentaires ...

L'**hypocousie**, soit la réduction de la capacité auditive, en absence de pathologie de l'appareil auditif, se manifeste progressivement avec le vieillissement et on peut de ce fait la considérer comme un phénomène pleinement physiologique.

Généralement cela commence après les vingt premières années de la vie pour les fréquences les plus aiguës (**18-20 kHz**) et le phénomène s'étend graduellement aux fréquences inférieures.

Les fréquences de **4 à 8 kHz** commencent à être touchées entre 55 et 65 ans, même si on note une certaine variabilité d'un individu à l'autre. Certains sujets, en effet, sont gravement déficitaires à l'âge de 60 ans, alors que d'autres à 90 ans sont encore largement en bonne santé du point de vue acoustique. Les hommes sont touchés plus fréquemment et plus gravement que les femmes.

Le durcissement de la membrane basilaire et la détérioration des cellules ciliées et des autres éléments fondamentaux de

la transmission du son, peuvent avoir un rôle important dans la progression du déficit auditif.

Une autre cause de ce phénomène est l'exposition à des bruits continus ou intermittents d'intensité relativement élevée, comme ceux produits par des outils de menuiserie, scies à ruban, machines-outils, détonations ou grondement d'avion, etc.

La prédisposition à la surdité causée par des bruits varie fortement en fonction des sujets, mais pratiquement tout individu exposé à un bruit suffisamment intense et pendant une période suffisamment longue aura à déplorer une perte de sa fonction auditive.

Tout bruit **supérieur à 85 dB** endommage en effet l'oreille. Le déficit perceptif se produit initialement autour de la fréquence de **4 kHz**, puis ce domaine de fréquences s'élargit graduellement pour affecter des fréquences plus graves si l'exposition est réitérée.

Par rapport à la perte de l'audition causée par le processus naturel de vieillissement, la perte d'origine environnementale peut être combattue par la limitation de la durée de l'exposition et la réduction du bruit traumatisant.

Ce dernier peut en outre être atténué par le port de protections auriculaires, comme ces bouchons cylindriques de polyuréthane jaune qu'utilisent notamment les plongeurs ou bien les casques anti bruit de divers types.

Quelle que soit la cause de la perte de l'audition, il est de toute façon sans conteste qu'il faut recourir à un appareillage permettant au patient de recouvrer sa capacité auditive, cela est indispensable pour lui garantir une bonne qualité de vie.

Notre montage se veut une réponse, simple et économique, à cette nécessité hélas répandue. Lorsque le sujet a adopté un tel appareillage, l'amélioration des rapports interpersonnels et de la qualité de la vie est immédiate.

Il ne faut pas oublier en effet que ceux qui sont atteints d'un déficit auditif tendent progressivement à s'isoler



Figure 1 : Photo du microphone stéréo préamplifié une fois la réalisation terminée.

socialement, à ne pas participer à des situations et à des événements au sein desquels leur condition constituerait un obstacle évident.

Cinéma, spectacles de théâtre, concerts, pourront à nouveau être au programme, tout comme de nombreuses autres activités quotidiennes rendant la vie sociale agréable.

Rappelons également que, dans le domaine de l'électronique amateur, ce microphone peut avoir d'autres applications intéressantes. Nous pensons aux amoureux de la nature qui pourront l'utiliser pour écouter et enregistrer le gazouillis des oiseaux et le cri/le chant des autres animaux peuplant notre territoire.

Dans ce cas il sera cependant nécessaire de rendre le microphone plus directif, en utilisant par exemple comme parabole un simple entonnoir en plastique ou en métal trouvé à la cave/au grenier ou déniché aux Puces (voir figure 5).

Le circuit peut être couplé à un simple petit casque du type utilisé avec les walkmans ou les Ipod.

Le schéma électrique

Le schéma électrique du microphone – figure 2 – montre que l'appareil est alimenté par une **pile de 9 V**.

Le son provenant de l'environnement est capté par le microphone **MIC** et préamplifié par le transistor **TR1**.

Pour éviter qu'un son trop fort ne sature l'amplificateur **IC1/A**, le FET **FT1** intervient comme un potentiomètre automatique.

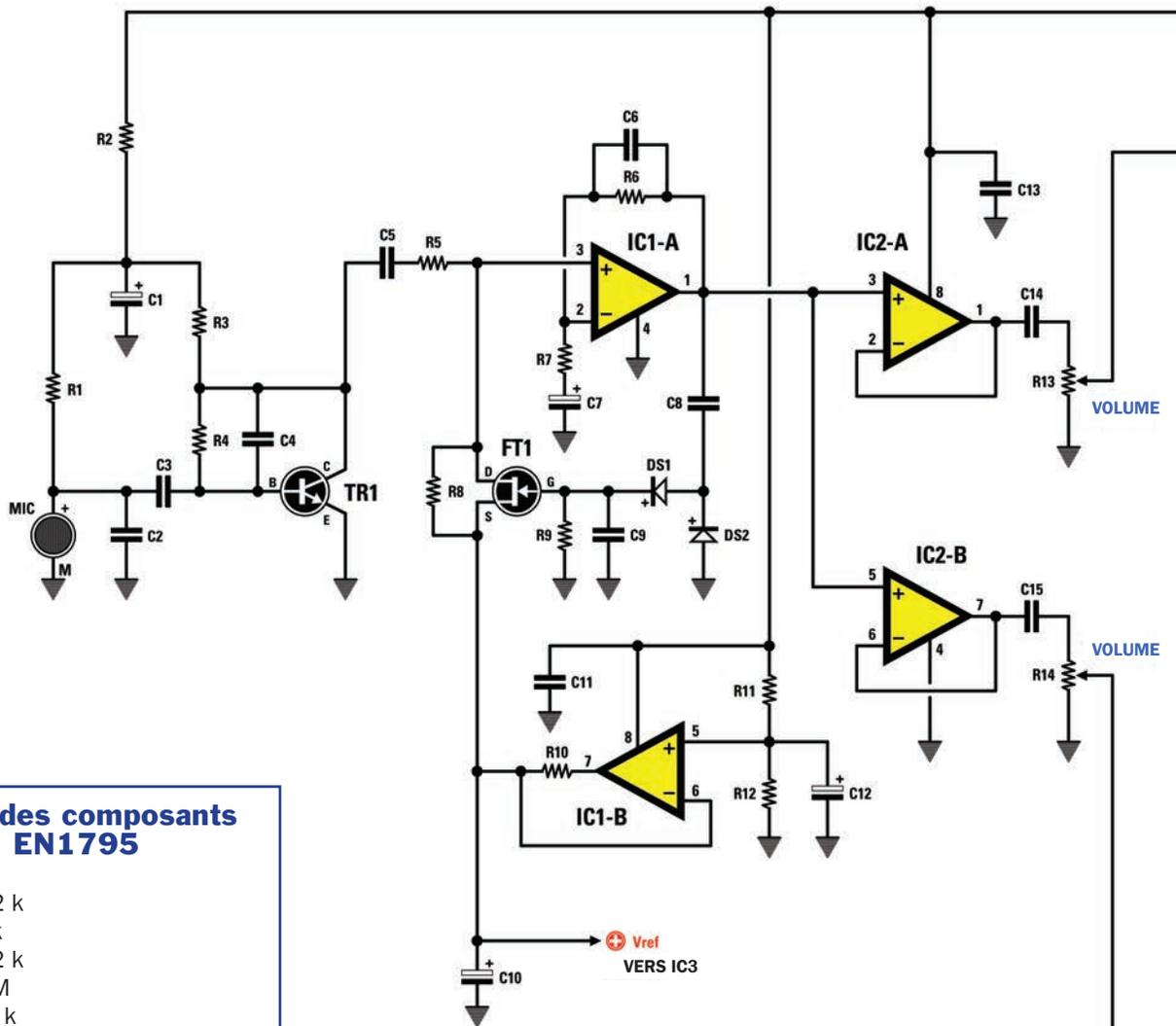
Si la tension sur la broche **1** de **IC1/A** franchit le seuil fixé par **DS1** et **DS2** (environ **0,7 V**), la grille de **FT1** est pilotée et le courant s'écoulant de **S** à **D** fait s'abaisser la tension d'entrée sur la broche **3** de **IC1/A**.

IC1/B sert à produire la **masse virtuelle** en divisant par deux la tension d'alimentation pour fournir une tension double aux amplificateurs opérationnels à partir d'une tension simple.

Le signal audio du microphone est envoyé aux deux opérationnels **IC2/A** et **IC2/B** pour obtenir deux sorties indépendantes à partir d'une source sonore unique.

Deux trimmers, **R13** et **R14**, règlent le **volume** des deux canaux de manière indépendante et acheminent le signal audio sur les deux branches identiques sur lesquelles se trouve un contrôle de tonalité sophistiqué à trois réglages : **médiums, aigus et graves**.

Un petit casque stéréo de **20-30 Ω** de n'importe quel type convient pour notre microphone amplifié.



Liste des composants EN1795

- R1 2,2 k
- R2 1 k
- R3 2,2 k
- R4 1 M
- R5 10 k
- R6 100 k
- R7 1 k
- R8 68 k
- R9 1 M
- R10 ... 100
- R11 ... 33 k
- R12 ... 33 k
- R13 ... 10 k trimmer
- R14 ... 10 k trimmer
- R15 ... 6,8 k
- R16 ... 100 k trimmer
- R17 ... 6,8 k
- R18 ... 68 k
- R19 ... 2,2 k
- R20 ... 100 k trimmer
- R21 ... 2,2 k
- R22 ... 15 k
- R23 ... 10 k
- R24 ... 100 k trimmer
- R25 ... 100
- R26 ... 6,8 k
- R27 ... 100 k trimmer
- R28 ... 6,8 k
- R29 ... 68 k
- R30 ... 2,2 k
- R31 ... 100 k trimmer
- R32 ... 2,2 k

- R33 ... 15 k
- R34 ... 10 k
- R35 ... 100 k trimmer
- R36 ... 100
- C1 10 µF électrolytique
- C2 100 pF céramique
- C3 1 µF multicouche
- C4 100 pF céramique
- C5 1 µF multicouche
- C6 47 pF céramique
- C7 10 µF électrolytique
- C8 1 µF multicouche
- C9 1 µF multicouche
- C10 ... 10 µF électrolytique
- C11 ... 100 nF multicouche
- C12 ... 10 µF électrolytique
- C13 ... 100 nF multicouche
- C14 ... 1 µF multicouche
- C15 ... 1 µF multicouche
- C16 ... 10 µF électrolytique
- C17 ... 47 nF polyester
- C18 ... 10 nF polyester

- C19 ... 10 nF polyester
- C20 ... 2,2 nF polyester
- C21 ... 100 µF électrolytique
- C22 ... 100 nF multicouche
- C23 ... 100 µF électrolytique
- C24 ... 10 µF électrolytique
- C25 ... 47 nF polyester
- C26 ... 10 nF polyester
- C27 ... 10 nF polyester
- C28 ... 2,2 nF polyester
- C29 ... 100 µF électrolytique
- DS1.... 1N4150
- DS2.... 1N4150
- TR1 ... NPN BC547
- FT1 ... FET BF245
- IC1 NE5532
- IC2 NE5532
- IC3 NE5532
- S1 interrupteur

Note : toutes les résistances sont des 1/8 W.

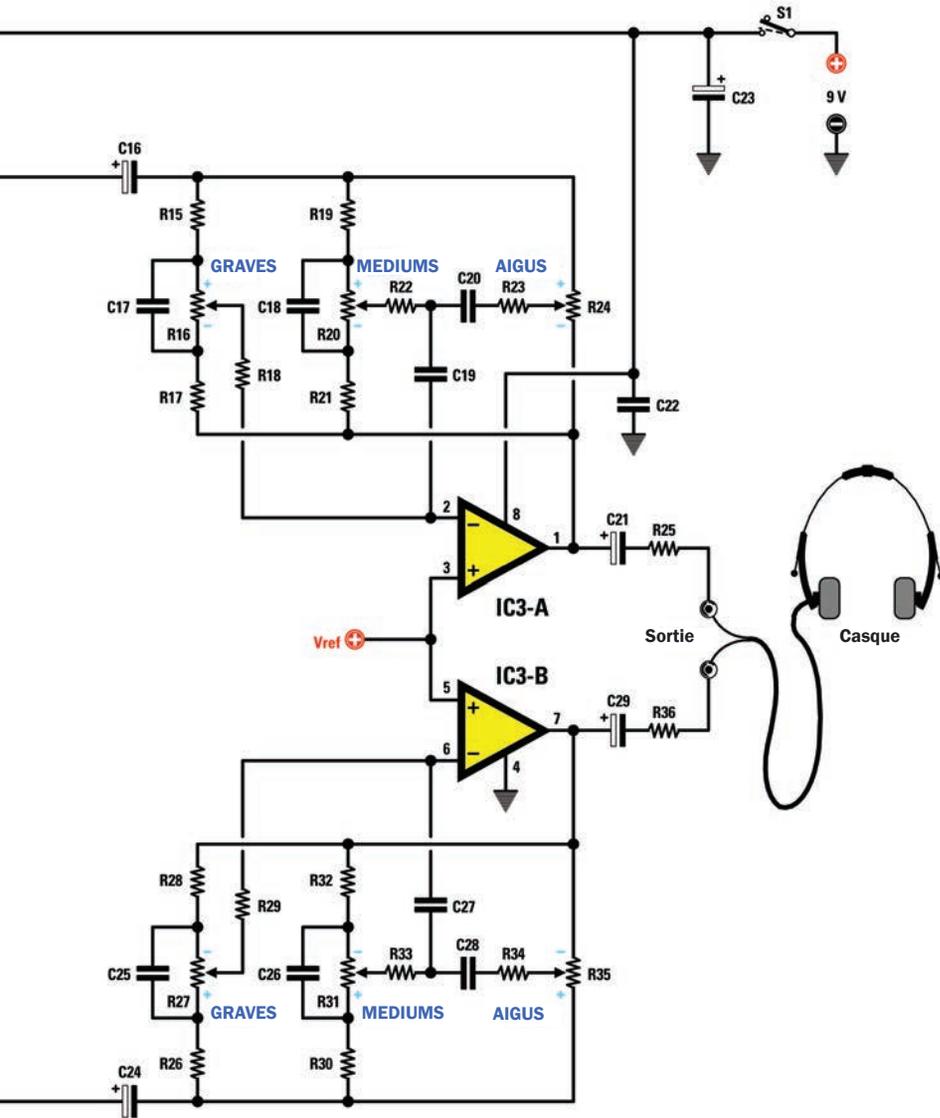
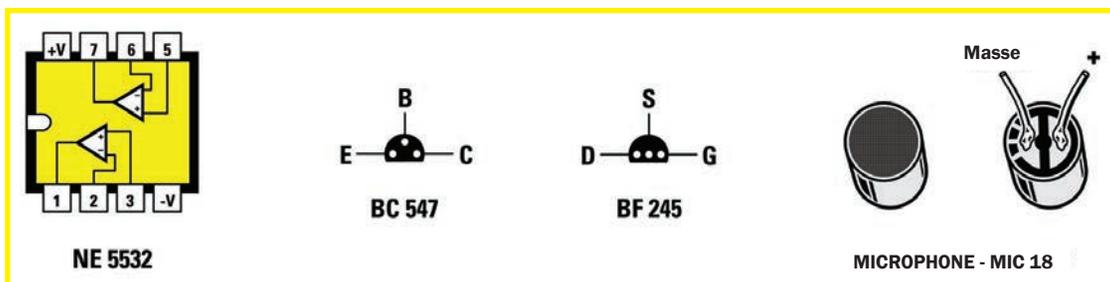


Figure 2 : Schéma électrique du microphone EN1795 et, au bas de la page de gauche, les brochages du circuit intégré NE5532 vu de dessus et repère-détrompeur en U vers la gauche, du transistor BC547 et du FET BF245 vus de dessous et du microphone MIC18 vu par derrière (côté d'où sortent les deux fils + et masse).



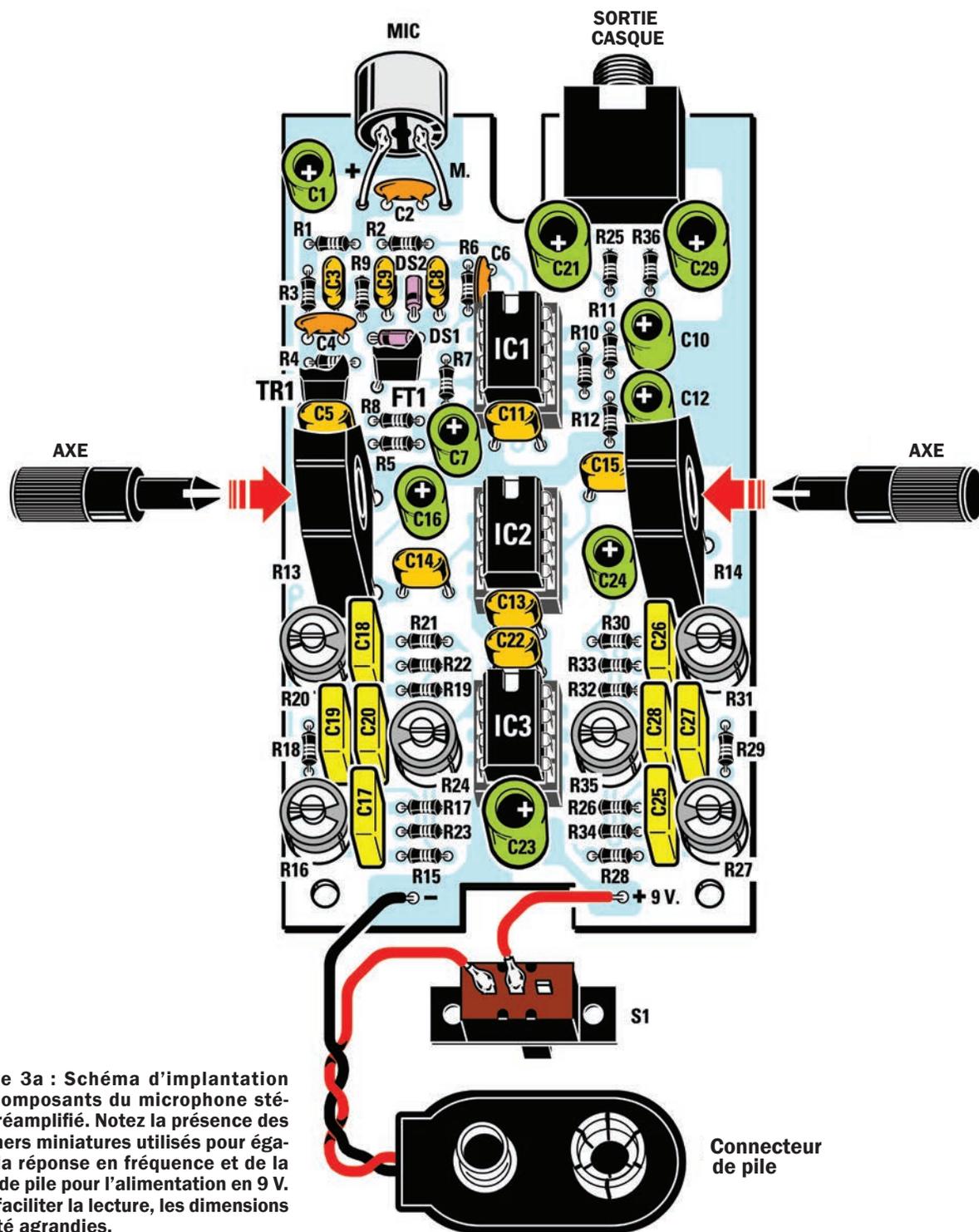


Figure 3a : Schéma d'implantation des composants du microphone stéréo préamplifié. Notez la présence des trimmers miniatures utilisés pour équilibrer la réponse en fréquence et de la prise de pile pour l'alimentation en 9 V. Pour faciliter la lecture, les dimensions ont été agrandies.

Ces trois réglages sont très importants, parce que – nous vous le rappelons – beaucoup de problèmes liés à l'audition ne sont pas dus à l'amplitude du signal qui arrive à l'oreille mais à la tonalité. L'oreille humaine peut percevoir les sons dans un intervalle de fréquences allant de **20 Hz** à **20 kHz**. Cette limite supérieure tend à s'abaisser avec l'âge. Beaucoup d'adultes ne sont pas en

mesure de percevoir des sons de **fréquence** supérieure à **16 kHz**. Plus on s'avance en âge, en effet, moins on arrive à entendre les sons aigus, parce que les tissus deviennent toujours plus rigides, ce qui compromet la transmission du son. Voilà en quoi notre appareil, en exaltant les sons de tonalité aiguë, résout efficacement ce problème.

La réalisation pratique

La figure 3a donne le schéma d'implantation des composants du microphone stéréo préamplifié **EN1795**.

Vous pouvez soit vous procurer le circuit imprimé disponible comme le reste

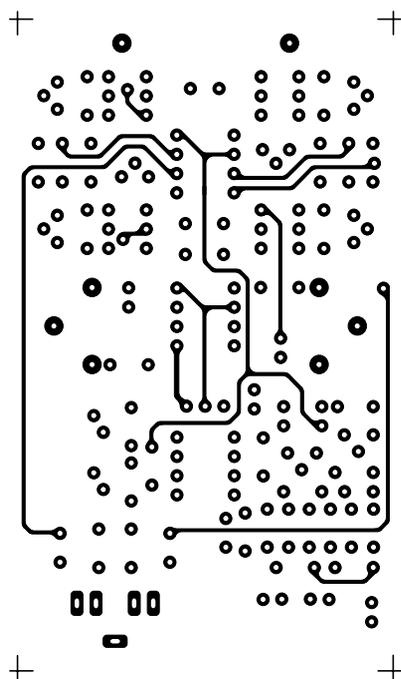


Figure 3b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé côté composants du microphone stéréo préamplifié.

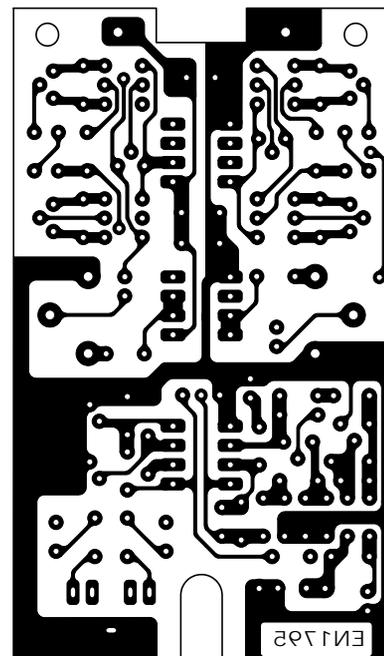


Figure 3b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé côté soudures du microphone stéréo préamplifié.

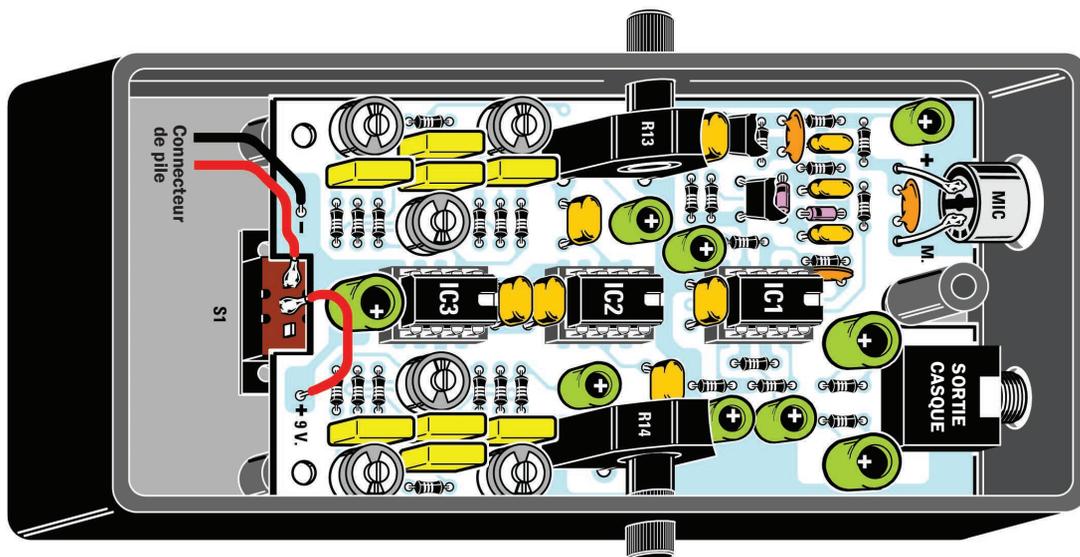


Figure 4 : Photo d'un des prototypes de la platine du microphone stéréo préamplifié, réalisé dans notre laboratoire et inséré dans le boîtier plastique percé au préalable.

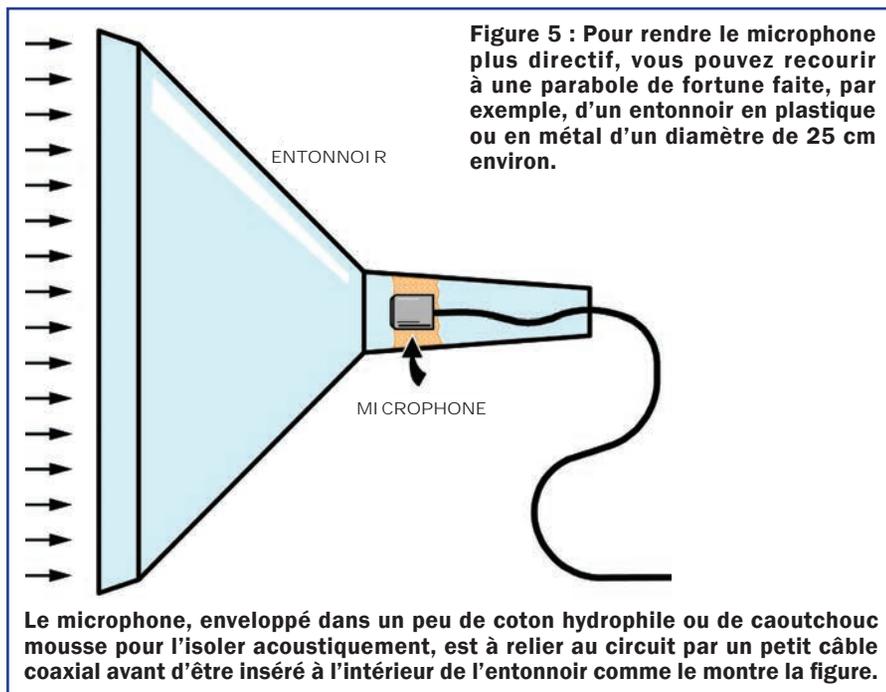
du matériel nécessaire, soit le réaliser à partir des dessins à l'échelle 1:1 des figures 3b-1 et 3b-2. De toute façon, quand vous l'avez devant vous, montez tous les composants de manière à obtenir la platine visible figures 3a et 4.

Procédez de préférence comme indiqué dans la séquence ci-après. Les premiers composants que nous vous

conseillons de monter sont les supports des circuits intégrés **IC1**, **IC2**, **IC3**.

Côté opposé du circuit imprimé soudez toutes leurs broches sur les pistes de cuivre, en utilisant une dose de tinol suffisante mais sans excès (afin d'éviter tout court-circuit entre les pistes et pastilles).

Nous précisons cela parce que souvent on nous envoie en réparation des circuits qui ne fonctionnent pas juste parce que le lecteur a utilisé une quantité de tinol excessive : ce tinol en excès coule à travers les trous du circuit imprimé et va court-circuiter les broches du support. Pour souder ces supports il est nécessaire d'appuyer sur la broche la pointe du fer à souder



et de mettre en contact avec cette dernière le fil de tinol : une seule goutte de tinol fondu par broche suffit.

Les débutants qui seraient intéressés par un approfondissement de ce sujet, pourraient lire ou relire la Leçon 5 de notre cours «**Apprendre l'Electronique en Partant de Zéro**» dans le volume 1.

Quand cette opération est terminée, vous pouvez insérer toutes les résistances de **1/8 W** et, après avoir replié en U leurs fils, pressez bien ces résistances pour qu'elles touchent la surface du circuit imprimé.

Après les résistances, vous pouvez monter les **diodes DS1, DS2**, en orientant leur repère-détrompeur (une bande noire) comme le montre le schéma d'implantation des composants de la figure 3a.

Chaque fois que vous montez une résistance ou une diode, vous devez couper tout de suite les longueurs excédentaires des fils avec une pince coupante.

Poursuivez en insérant tous les condensateurs **céramiques**, puis les **polyesters** et enfin les **électrolytiques**, en

respectant bien la polarité + et - des deux pattes. Quand vous avez terminé aussi cette opération, insérez dans leurs supports respectifs les circuits intégrés **IC1, IC2, IC3**. Pour cela ayez soin d'orienter leur repère-détrompeur en **U** vers le haut comme le montre la figure 3a.

Vous pouvez maintenant prélever dans le matériel disponible les **trimmers miniatures** nécessaires pour égaliser la réponse en fréquence. Insérez ces composants **R16, R20, R24, R27, R31, R35**, dans les positions indiquées figure 3a. En haut du circuit imprimé vous devez fixer la **prise de sortie casque** pour les deux canaux (voir la figure 3).

À côté de cette prise, à gauche du circuit imprimé, soudez les fils du microphone **MIC** (voir figure 3). Vous pouvez maintenant considérer que la réalisation de la platine de votre microphone préamplifié est terminée ; vous allez pouvoir l'installer à l'intérieur du petit boîtier plastique que nous avons prévu pour cet usage (voir figure 4).

Une fois la platine installée et fixée, effectuez le câblage de l'**interrupteur S1** et de la prise de pile avec le circuit imprimé et insérez dans les trous situés à droite et à gauche du boîtier plastique les deux axes qui, une fois enfoncés dans les trimmers **R13** et **R14**, serviront à **régler le volume** des deux canaux. Reliez la pile de **9 V** à la prise de pile, fermez le boîtier et effectuez les essais du circuit.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce microphone préamplifié **EN1795** est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/121.zip> ◆

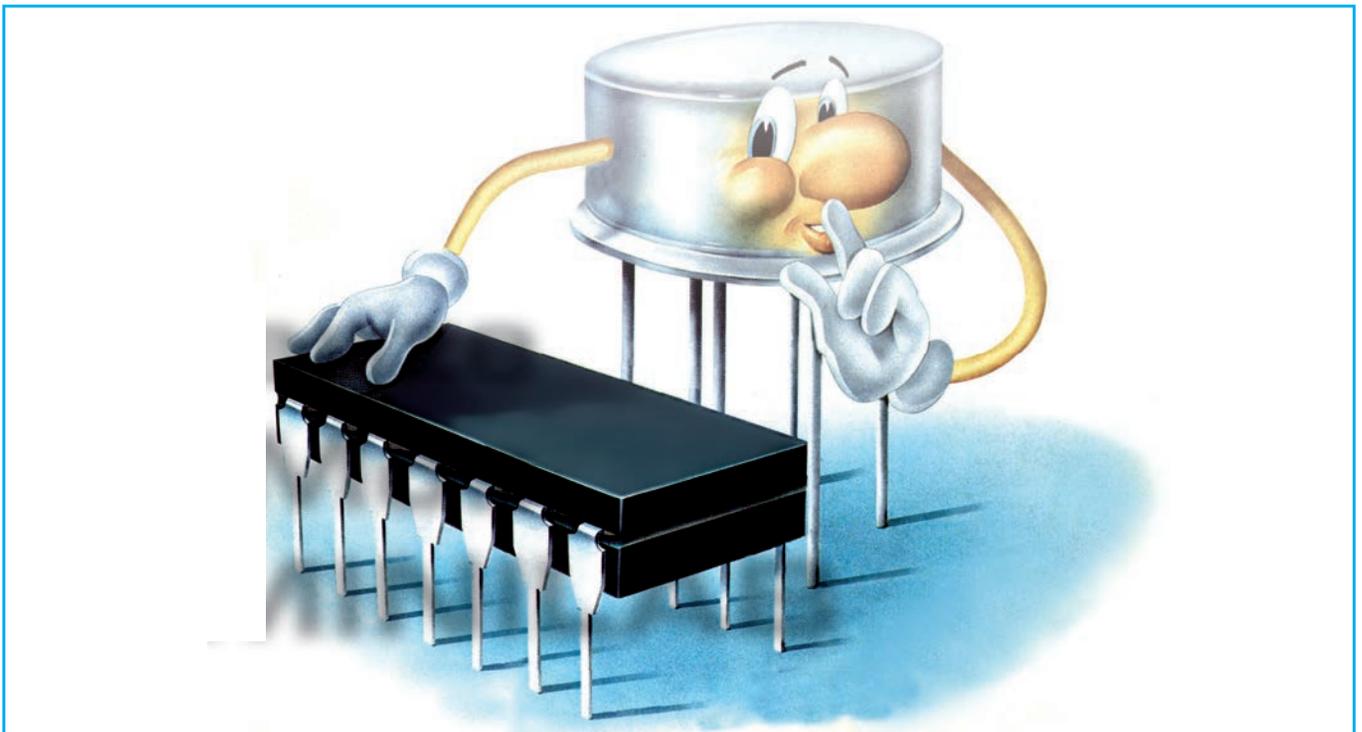
EN3014

MINILAB

ou apprendre l'électronique en se divertissant :

Expérimenter les CMOS

Les circuits intégrés numériques CMOS de la série 4000 ont été pendant des années la meilleure manière de réaliser les circuits les plus divers et ils sont toujours une alternative valable à la «logique programmée» des microcontrôleurs grâce à leur faible consommation, leur grande vitesse et leur simplicité d'utilisation.



Tous les passionnés d'électronique ont certainement eu à faire avec les circuits intégrés numériques de la série 4000, par exemple avec le **CD4011** ou le **CD4017**. C'est le sujet que nous allons aborder aujourd'hui : en effet, savoir utiliser correctement ces circuits intégrés constitue déjà une solide base de connaissance en électronique numérique et un très bon outil pour se débrouiller dans le domaine de la «logique programmée» développée au moyen des **microcontrôleurs**.

L'avènement de la technologie **CMOS** a représenté un gigantesque bon en avant par rapport aux familles précédentes de circuits intégrés numériques comme la **RTL**, la **DTL** et plus récemment la **TTL**.

Les consommations de courant, très élevées pour les familles logiques **RTL**, **DTL** et **TTL**, leur faible vitesse de commutation et leur mauvaise immunité en terme de bruit, rendaient ces composants très dispendieux et interdisaient leur emploi dans les appareils portatifs, alimentés par piles.

Voici à ce propos une anecdote historique intéressante : l'ordinateur du **LEM** (module pour l'atterrissage lunaire) utilisé par la **NASA** pour gérer les manœuvres d'atterrissage et de décollage lors de la mémorable expédition de trois américains sur la Lune en 1969, fut le premier à être construit avec plus de **4 000 circuits intégrés** parmi lesquels on ne comptait «que» deux portes logiques **NOR**. Le tout était câblé de manière à constituer une unité de calcul dont la **fréquence**

d'horloge était seulement de **2 MHz** et dont la mémoire était bâtie non pas à partir de circuits intégrés mais d'une mémoire à noyau de ferrite.

Bien sûr le courant consommé était très important, à tel point que l'ordinateur était allumé exclusivement lors des phases où cela était strictement nécessaire : on évitait ainsi de surcharger le générateur électrique du bord.

Mais laissons de côté cette technologie «**obsolète**» pour nous consacrer à la **CMOS** laquelle, nous l'avons dit, offre des **performances** quasi idéales, à savoir :

- faible consommation de courant ;
- très haute impédance d'entrée ;
- vitesse de commutation moyenne ;
- forte immunité au bruit ;

autant de caractéristiques qui ont rendu ce circuit intégré extrêmement populaire.

CMOS est l'acronyme de **C**omplementary **M**etal **O**xide **S**emiconductor, un type de technologie pour la conception et la construction des circuits intégrés dont le bloc de base est l'**inverseur à Mosfet** (voir figure 2).

«Complémentaire» en ce sens qu'il utilise une **paire de Mosfet canal N et canal P**. L'absence de toute résistance de **pull-up** et **pull-down** confère à l'étage une basse impédance de sortie ainsi qu'une faible puissance à dissiper.

Les caractéristiques générales des circuits intégrés **CMOS** peuvent se résumer ainsi :

tension d'alimentation = 3 à 15 V

impédance d'entrée = 1 000 GΩ (gigaohm)

température de travail = -40 °C/+85 °C

Étant donné que tous les circuits intégrés **CMOS** ont une impédance d'entrée élevée, ils sont très sensibles aux **tensions statiques**, qui peuvent

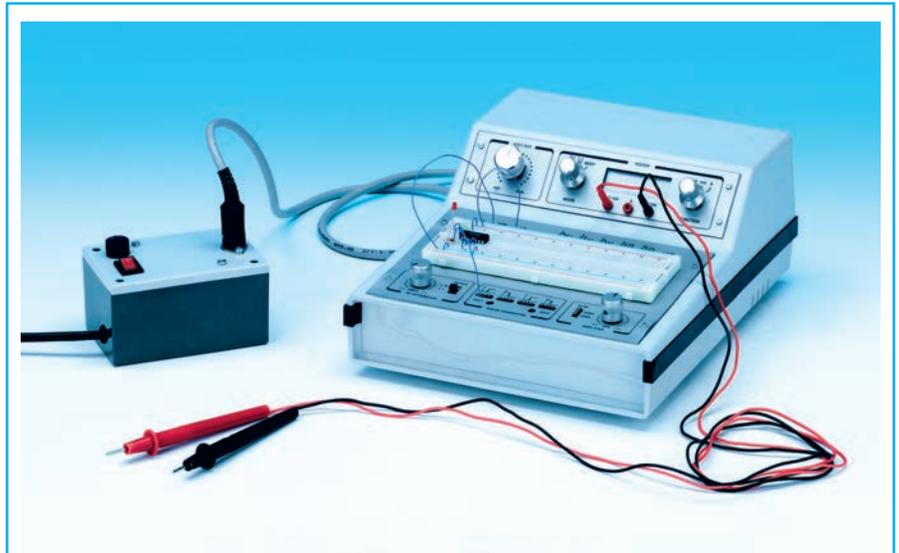


Figure 1 : Cette photo montre l'un des montages que nous avons réalisés avec les circuits intégrés CMOS pour effectuer les tests de laboratoire lesquels, comme d'habitude, précèdent la publication de chacun des articles «pratiques».

Figure 2 : Le bloc fondamental des circuits CMOS est l'inverseur à Mosfet.

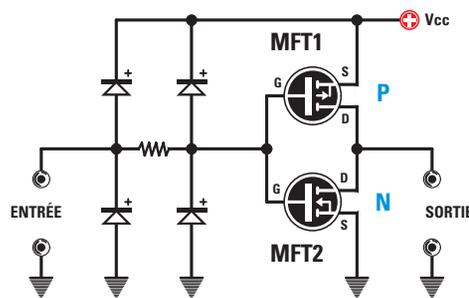
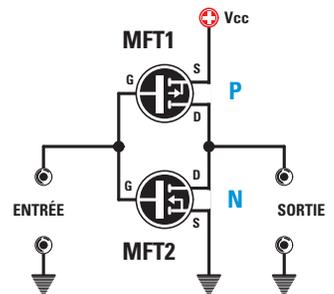
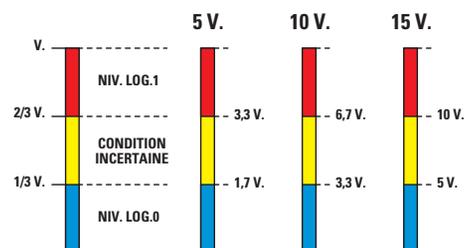


Figure 3 : Toutes les entrées des CMOS sont protégées par un réseau constitué de diodes et de résistances.

Figure 4 : Les circuits intégrés CMOS acceptent en entrée des niveaux de tension devant être inférieurs ou supérieurs à des niveaux de seuil déterminés.



détruire la fine couche d'oxyde isolante dont ils sont pourvus. Pour résoudre ce problème, sur toutes les entrées se trouve un **réseau de protection** constitué de **diodes** et de **résistances** (voir figure 3).

Même si les exemples que nous prendrons et les expérimentations que nous ferons avec notre **Minilab** peuvent sembler ingénus ou simplistes, en réalité ils représentent la base de tout système numérique même le plus complexe : tout est en effet basé sur des circuits logiques opérant au moyen des fonctions simples **NOT**, **OR** ou **AND**.

Nous commencerons par construire un circuit **NOT** (dit «inverter» c'est-à-dire inverseur), le seul à avoir une unique variable d'entrée et fournissant un signal de sortie toujours inversé par rapport au signal d'entrée.

Comme nous traitons de signaux numériques, ils sont représentés comme **niveaux logiques** : le niveau logique **1** correspond à la **tension maximale** d'alimentation positive et le niveau logique **0** à une tension de **zéro V**, soit le potentiel de la masse.

Il existe en réalité une **tolérance de tension** pour considérer les valeurs **logiques 1** ou **0** : une valeur de **tension logiques 1** ou **0** : une valeur de **tension** inférieure de **30%** par rapport à celle d'alimentation est considérée comme **niveau logique 0**, alors qu'une valeur de tension **supérieure** de **70%** par rapport à celle d'alimentation est à considérer comme un **niveau logique 1**.

En fait si notre circuit intégré numérique est alimenté par une **tension** de **5 V**, une valeur **inférieure** à **1,5 V** est un **niveau logique 0** et une valeur supérieure à **3,5 V** est un **niveau logique 1**.

N'importe quelle valeur de tension comprise entre **1,5 V** et **3,5 V** fournirait un niveau logique **indéterminé** et c'est donc une condition «**interdite**» pour un fonctionnement correct de notre circuit (voir la figure 4).

Les portes logiques fondamentales sont celles qui réalisent les fonctions :

- [non] **NOT**
- [et] **AND**
- [ou] **OR**
- [non ou] **NOR**
- [non et] **NAND**
- [ou exclusif] **EXCLUSIV OR**
- [non ou exclusif] **EXCLUSIV NOR**

(voir la figure 5 pour les symboles).

Comme le montre la figure 6, la **porte logique NOT** possède **une seule entrée**, alors que les autres portes peuvent avoir un nombre **infini** d'entrées même si nous n'en indiquons que deux : la fonction **NOT** est donc la seule **réalisable sur une variable unique**.

Comme base pour les premières expérimentations nous avons utilisé le circuit intégré **CD4002** qui contient deux portes **NOR** à **4 entrées** ; nous verrons ensuite comment, à partir de ce type de porte, on peut construire aussi les autres fonctions.

La fonction **NOR** fournit en sortie la fonction **OR inversée** : la fonction **OR** fournit en sortie un **niveau logique 1** quand au moins une des entrées est au **niveau logique 1**.

Nous donnons ci-dessous la **table de vérité** relative à deux variables d'entrée de la porte **OR** :

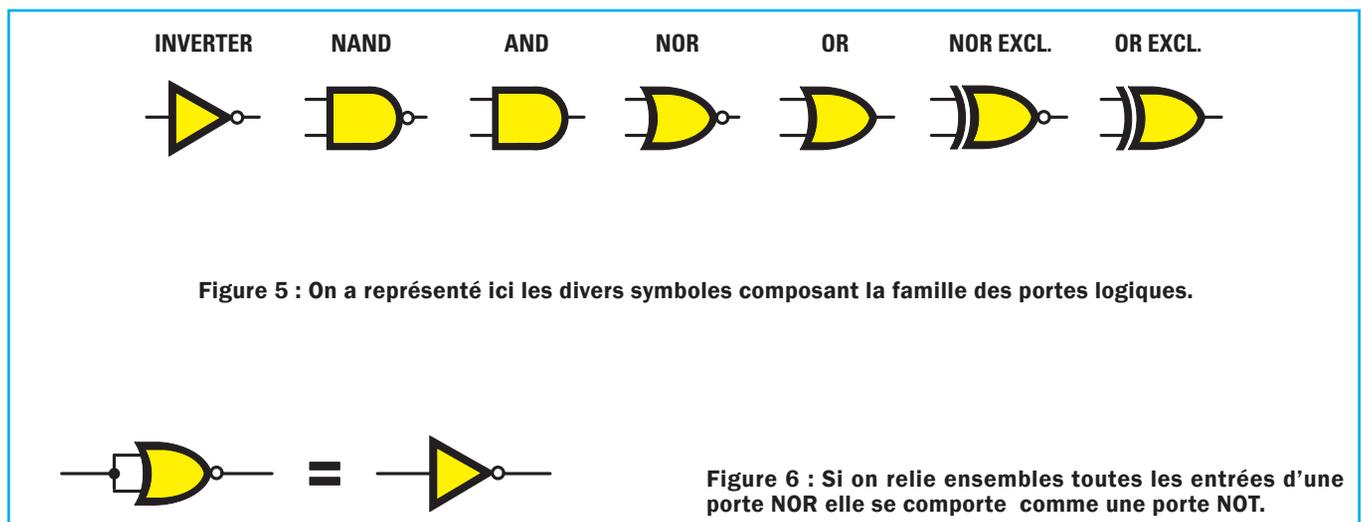
Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

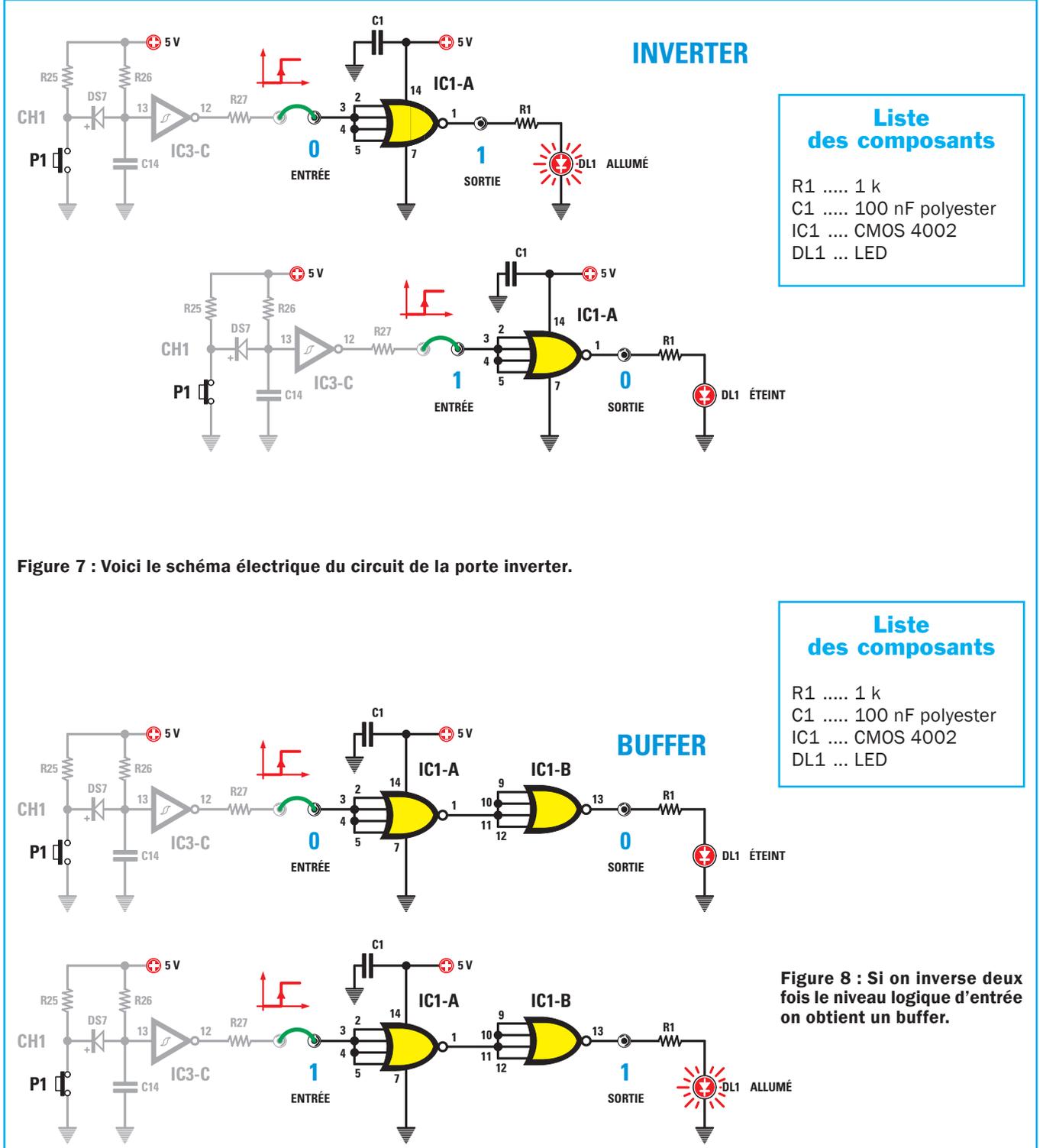
Comme vous pouvez le noter, la sortie présente un **niveau logique 1** quand au moins une des entrées (ou les deux) présente un **niveau logique 1**.

La fonction **NOR (NOT-OR)** n'est que la **OR**, mais inversée en sortie :

Entrée A	Entrée B	Sortie
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Il est possible, avec une porte **NOR**, d'obtenir une fonction **NOT** en reliant ensemble les deux entrées.





Consultons la table de vérité précédente, nous constatons que quand les deux entrées présentent un **niveau logique 0** la sortie présente un **niveau logique 1** et quand les deux entrées présentent un **niveau logique 1** la sortie est au **niveau logique 0**.

La porte **NOR** se comporte donc exactement comme une porte **NOT** (voir figure 6).

Commençons par monter le circuit intégré **CD4002** sur la plaque d'essais du **minilab**, de manière à réaliser le schéma électrique de la figure 7.

Note : même si pour notre exemple nous nous sommes servis d'une **NOR à 4 entrées**, en fait la même réalisation peut être obtenue en utilisant une **NOR à deux entrées** seulement.

La **LED** reliée à la sortie de la porte par l'intermédiaire de la résistance limitatrice de courant de **1 k** indique, en s'allumant, la présence d'un **niveau logique 1**.

Inversement, la **LED** éteinte indique qu'à la sortie de la porte il n'y a aucune tension et donc un **niveau logique 0** est présent.

Lorsque nous pressons le poussoir du **CH1** nous «stimulons» l'entrée de la porte et appliquons un **niveau logique 1**, l'alimentation du circuit intégré sera égale à **5 V** et nous réglerons donc sur cette valeur l'alimentation du **minilab**. Bien sûr nous attendons de ce circuit qu'en appliquant un niveau logique à son entrée, sa sortie se mette à **zéro**

et vice versa : par conséquent, quand le poussoir est relâché, la **LED** de sortie doit être **allumée**, alors qu'elle doit s'éteindre quand le poussoir est pressé, ce qui correspond à la fonction **NOT** (inverter).

Si nous relient à la sortie de la porte **NOT** l'entrée d'une autre porte **NOT**

(voir figure 8), nous obtenons une nouvelle inversion du niveau logique et sous l'effet de la «double inversion» on aura à la sortie le même niveau logique qu'à l'entrée.

En fait, nous obtenons un simple «buffer» avec lequel le signal de sortie réplique celui de l'entrée.

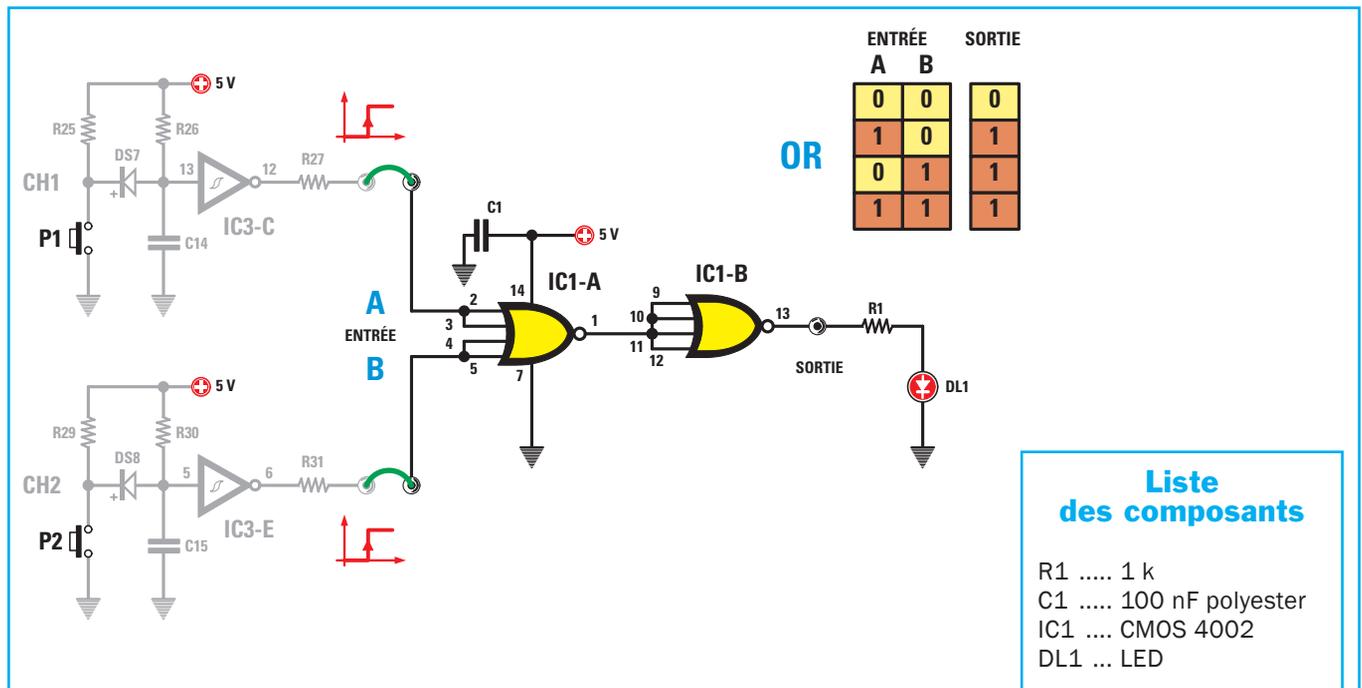


Figure 9 : Pour obtenir la fonction OR il faut réaliser ce circuit.

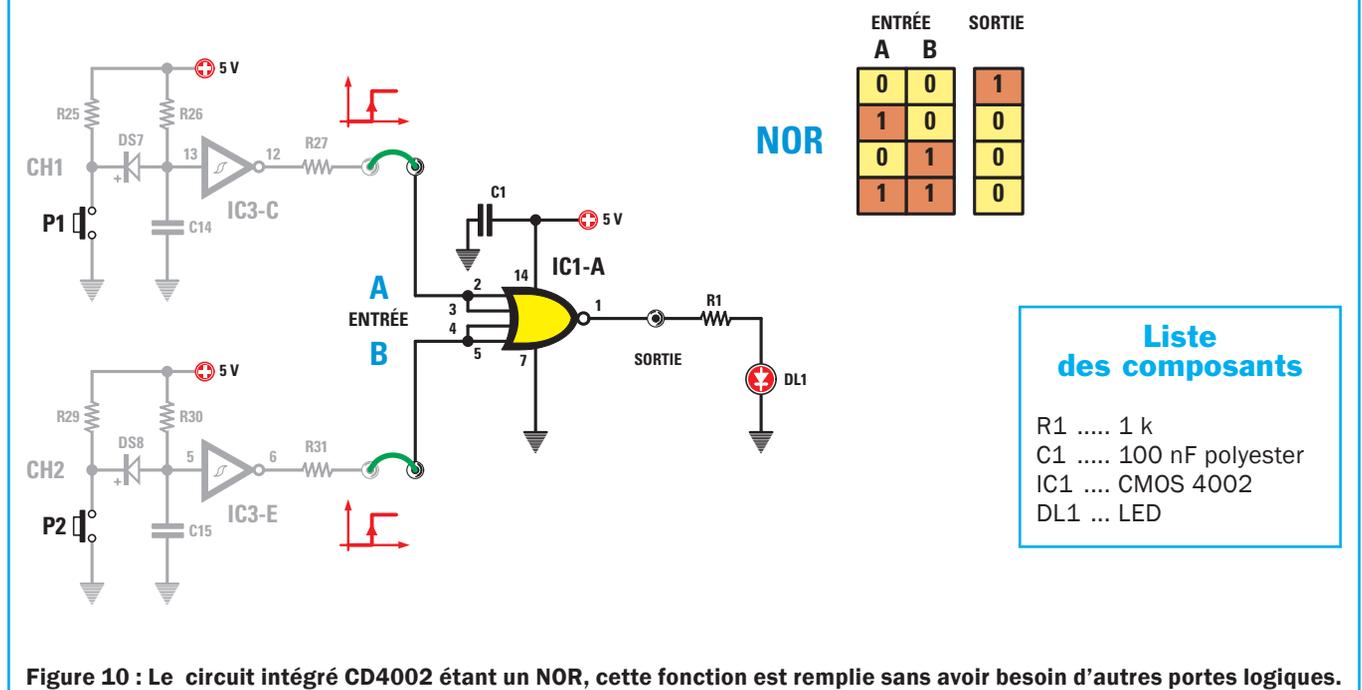


Figure 10 : Le circuit intégré CD4002 étant un NOR, cette fonction est remplie sans avoir besoin d'autres portes logiques.

Bien sûr cela ne correspond à aucune fonction logique, mais le simple fait d'«isoler» et éventuellement amplifier en courant le niveau logique d'entrée peut être intéressant.

Pour obtenir la fonction **OR** à deux entrées il faut réaliser le circuit de la figure 9.

Vous voyez que dans ce cas il y a **2** variables d'entrée par rapport à la fonction **NOT** et **buffer** : en effet il faut avoir au moins deux entrées pour effectuer l'opération **logique OR**.

Comme le montre la **table de vérité**, pour avoir un **niveau logique 1** à la sortie il suffit d'avoir **au moins une entrée**

au **niveau logique 1**, indépendamment du nombre des entrées ; quand **les deux entrées** (ou toutes si la porte a plus de deux entrées) **sont au niveau logique 0** la **sortie** aussi est à **zéro**.

Même s'il existe des circuits intégrés contenant des portes **OR** (comme le **CD4071**), nous avons **construit** pour

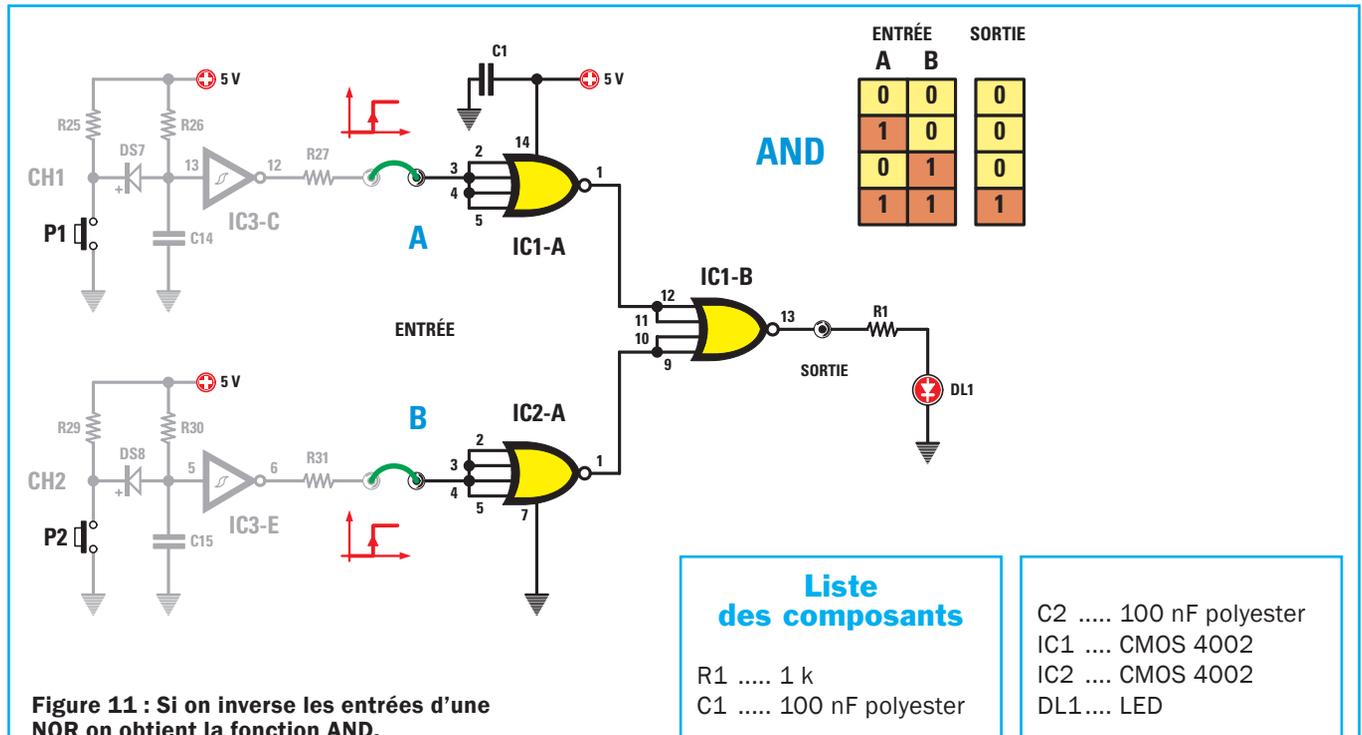


Figure 11 : Si on inverse les entrées d'une NOR on obtient la fonction AND.

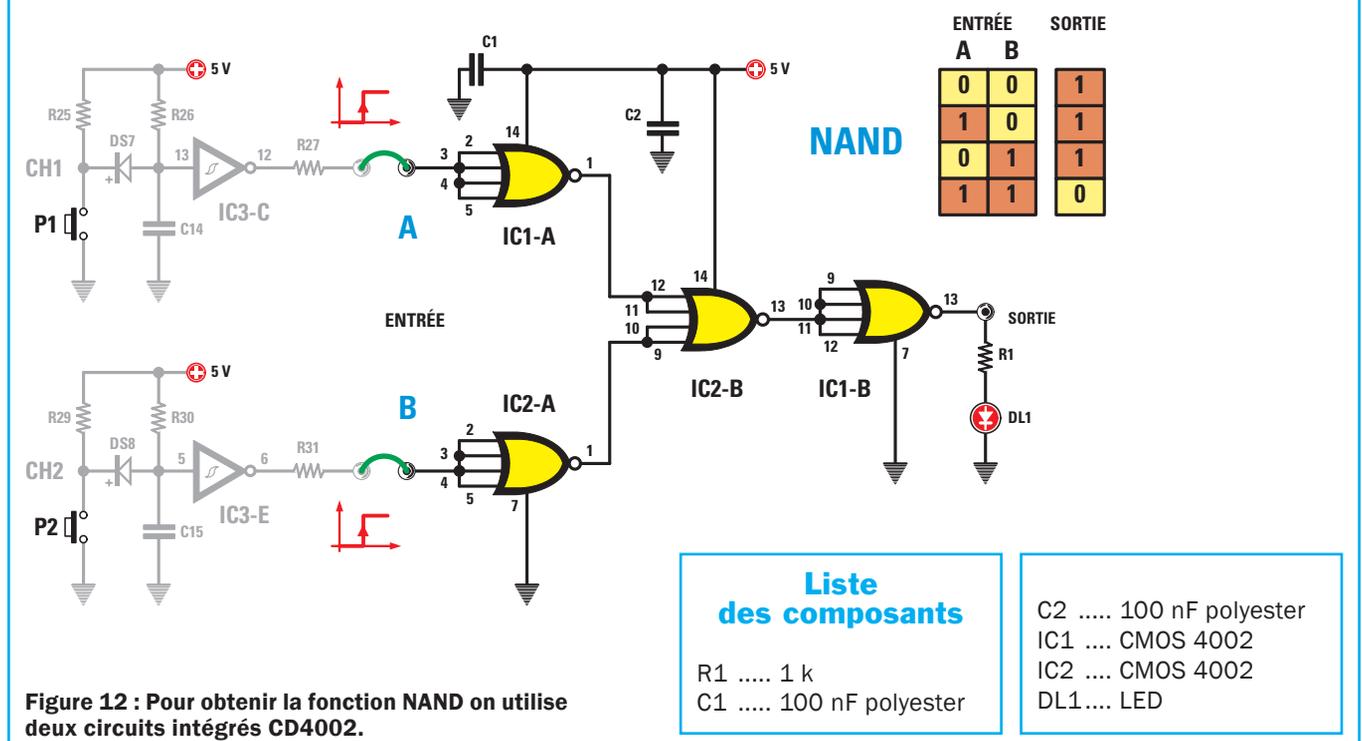


Figure 12 : Pour obtenir la fonction NAND on utilise deux circuits intégrés CD4002.

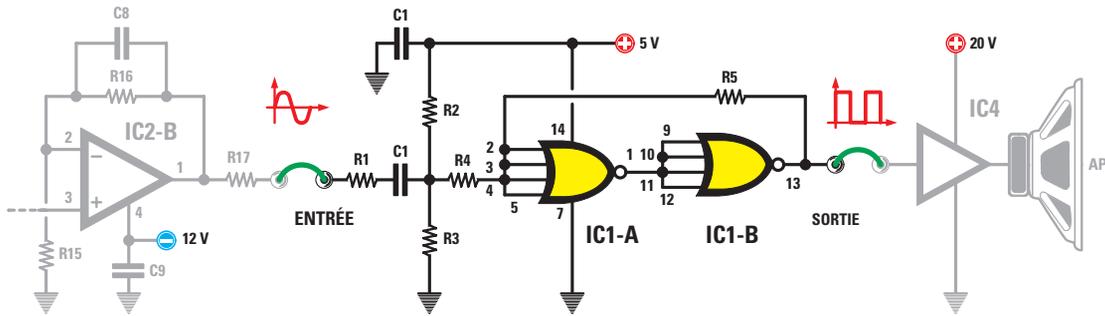
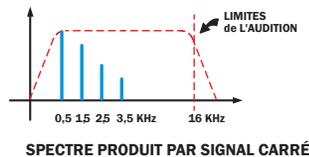
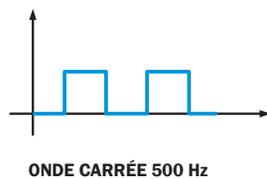
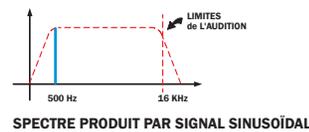
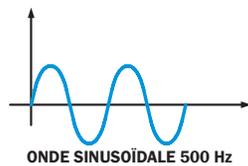


Figure 13 : Ce schéma électrique montre comment réaliser un trigger de Schmitt avec deux portes inverser.

Liste des composants

R1 100 k
 R2 100 k
 R3 100 k

R4 10 k
 R5 100 k
 C1 100 nF polyester
 C2 1 µF polyester
 IC1 CMOS 4002



Les dessins ci-dessus servent à éclairer la «différence spectrale» d'un signal sinusoïdal par rapport à un signal carré, pour une même fréquence de signal produite.

L'onde sinusoïdale génère un seul ton à la fréquence du signal, alors que l'onde carrée, en plus du ton à la fréquence du signal, produit d'autres tons d'amplitudes décroissantes et à des fréquences égales à **3xF**, **5xF**, **7xF** et ainsi de suite. C'est pourquoi le signal carré apparaît plus strident à l'écoute.

notre exemple une porte **OR** en reliant en cascade une porte **NOR** et une porte **NOT**.

On comprend ainsi plus facilement comment on arrive à obtenir des fonctions logiques différentes de celles qui sont disponibles avec un certain circuit intégré **CMOS**.

Si on élimine du circuit précédent la porte de sortie effectuant la fonction **inverter** (porte **NOT**), nous obtenons la fonction **NOR** laquelle est justement celle du circuit intégré **CD4002** (voir la figure 10). À la différence du **OR**, il suffit qu'**au moins une entrée** soit au **niveau logique 1** pour avoir à la sortie un **niveau logique 0** ; quand **les deux**

(ou toutes les entrées disponibles) sont au **niveau logique 0** la sortie passe au **niveau logique 1**.

Les circuits logiques que nous expérimentons dans cet article sont ceux que l'on appelle des «**combinateurs**» (voir «logique combinatoire») pour lesquels le niveau logique de sortie dépend de

l'état actuel des niveaux logiques d'entrée et non des précédents états qu'ont pu prendre les entrées lors des périodes précédentes. Les portes logiques ont parmi d'autres une caractéristique intéressante : si on «inverse» les niveaux logiques d'entrée d'une **porte NOR**, on obtient à la sortie une fonction logique **AND**, c'est ce qu'illustre la figure 11.

Dans cet exemple nous avons utilisé **deux circuits intégrés CD4002**. Les **deux portes NOR** contenues dans le premier seront utilisées comme **inverter** : ses sorties piloteront la **porte NOR** contenue dans le second circuit intégré. La fonction **logique AND** est celle pour laquelle la sortie se met au **niveau logique 1** quand **les deux** (ou toutes les **entrées** si la porte a plus de deux entrées) entrées sont au **niveau logique 1**.

Dans tous les **autres cas** la sortie est toujours au **niveau logique 0** comme le montre la **table de vérité**. Par conséquent si nous utilisons des portes **NOR** nous pouvons finalement obtenir une fonction logique **AND** en les câblant comme nous avons fait.

En inversant avec une porte **NOT** la sortie d'un **AND** nous obtenons la fonction logique **NAND**, sa sortie se met au **niveau**

logique 0 quand **les deux entrées** (ou toutes les entrées si la porte a plus de deux entrées) sont au **niveau logique 1**, dans tous les autres cas nous aurons un **niveau logique 1** (voir figure 12).

Afin d'éviter les instabilités causées par les **pics** de tension, il est nécessaire de monter un **condensateur by-pass** adéquat de **100 nF** entre les broches d'alimentation des circuits intégrés. Ces condensateurs se comportent comme de minuscules piles, capables de maintenir la tension d'alimentation **constante** tant qu'il y a une variation de l'état logique de la sortie ; il est par conséquent important de toujours les monter et de faire en sorte que les connexions soient les plus courtes possibles.

Quand on travaille avec les circuits intégrés **CMOS**, dotés d'une **impédance** d'entrée **très élevée**, il est indispensable de mettre à la masse ceux qui ne sont pas utilisés (ou bien à l'alimentation, cela dépend des cas), c'est-à-dire au **niveau logique 0** (ou bien au niveau logique 1), de telle manière qu'ils ne puissent pas présenter un état logique «**indéfini**».

Même s'ils sont en mesure de piloter de «**petites charges**» comme une **LED**,

il ne faut jamais dépasser le courant maximal (sous peine de détruire ce composant) : on peut savoir quel est ce courant en consultant les **data sheets** du composant. Il est de toute façon possible de relier plusieurs portes en parallèle de manière à augmenter la valeur du courant de sortie maximal. Dans tous les cas la tension maximale d'alimentation est normalement de **+15 V** (certains circuits intégrés arrivent cependant à **+18 V**).

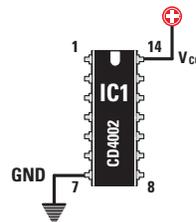
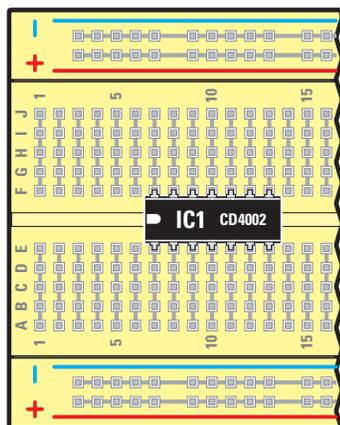
Si on relie comme il convient deux portes **NOT** on peut construire un circuit quadrateur spécial (le fameux **Trigger de Schmitt**) permettant, par exemple, de transformer une onde sinusoïdale en une onde carrée (voir figure 13).

L'onde carrée de sortie, riche en harmoniques, même si elle a la même fréquence que le signal sinusoïdal d'entrée, présente un «**timbre sonore**» différent, car le «**spectre**» est plus large. En utilisant l'amplificateur BF du **minilab** et en le reliant d'abord au signal sinusoïdal et ensuite au signal carré, il est possible d'«**écouter**» cette différence.

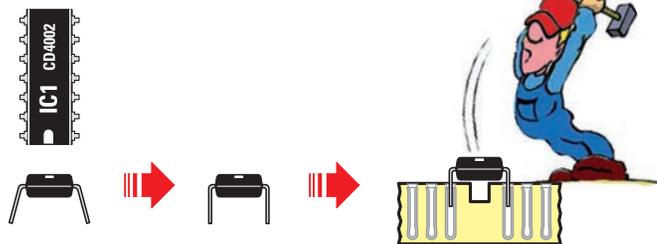
L'onde carrée présente à la sortie du circuit quadrateur a une amplitude positive égale à celle de l'alimentation, soit **+5 V**.

Les montages du Minilab

Expérimentations avec les circuits intégrés CMOS

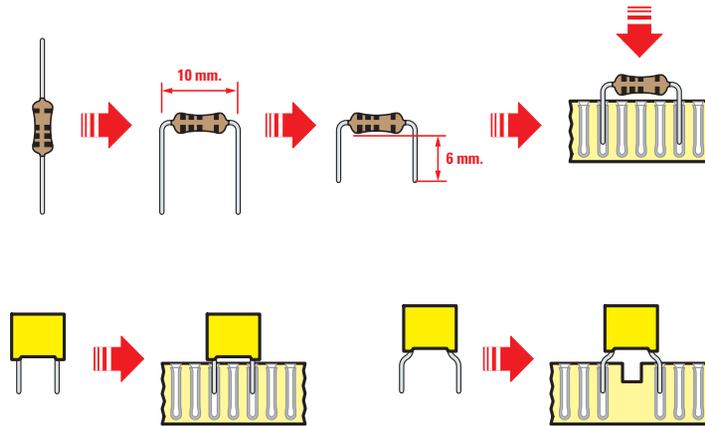
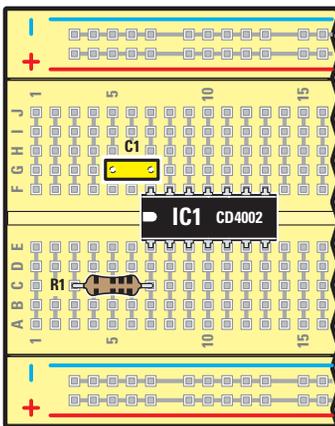


Le circuit intégré **CMOS CD4002** que nous utilisons pour nos essais s'alimente par les broches **7** et **14**, respectivement la **masse** et le **+5 V**.



Pour faciliter l'insertion du circuit intégré **CMOS CD4002** dans la plaque d'essais, avant d'effectuer cette opération, mieux vaut en replier soigneusement les broches pour qu'elles soient à angle droit (à **90°**).

Le repère-détrompeur en U est à orienter vers la gauche et le composant doit être positionné à cheval sur la ligne centrale.

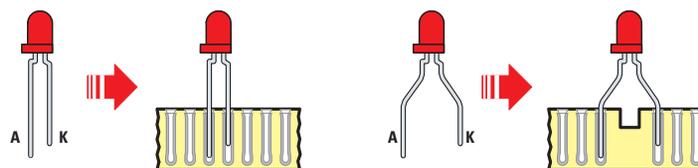
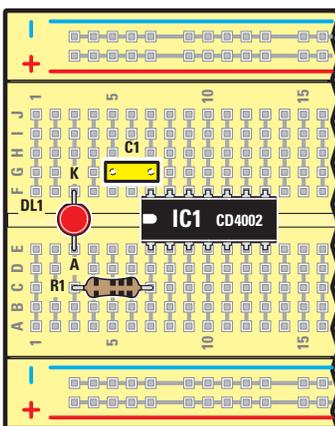


Lorsque le circuit intégré a été inséré vous pouvez monter les autres composants.

Avant d'insérer la résistance, repliez et raccourcissez les fils de sortie comme l'indique le dessin.

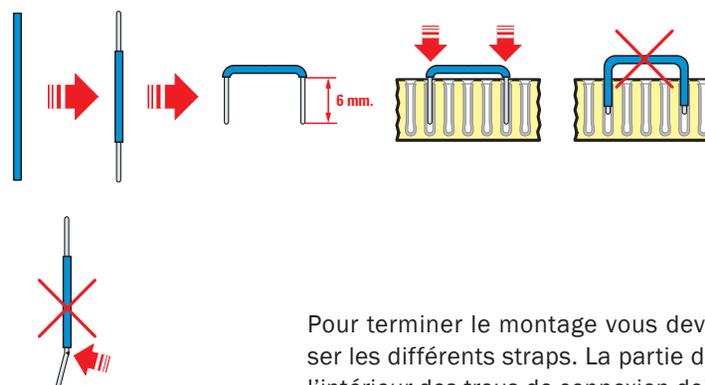
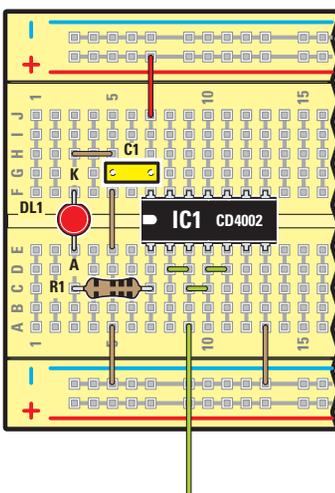
Le condensateur de **by-pass** de **100 nF** peut être inséré directement car les fils de sortie sont juste à la bonne longueur.

Les **condensateurs polyester** et les **résistances** sont des composants non **polarisés**, par conséquent vous pouvez les monter dans n'importe quel sens.

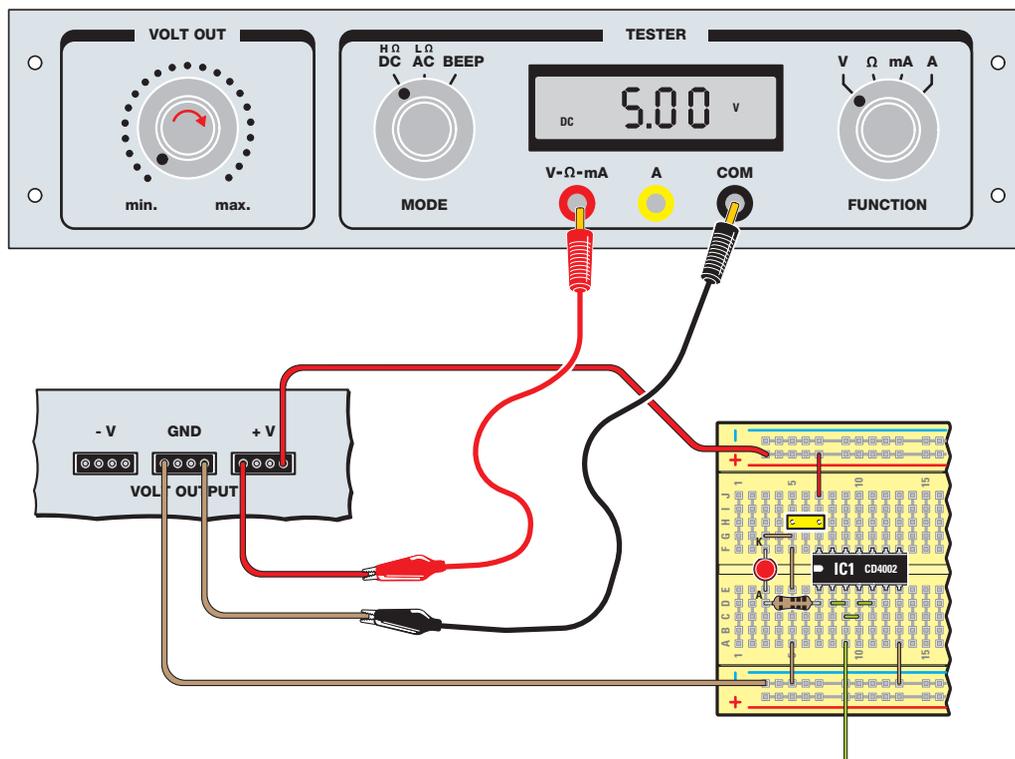


Quand vous insérez la **LED** prenez garde à sa polarité car si vous l'inversiez elle ne s'allumerait pas. La patte **K** est la **Cathode** et elle va à la masse (en fait vers le négatif d'alimentation), alors que l'autre patte **A**, l'**Anode**, va vers la résistance de **1 k**.

Avant de l'insérer, nous vous recommandons d'écartier légèrement les deux pattes.



Pour terminer le montage vous devez maintenant réaliser les différents straps. La partie devant faire contact à l'intérieur des trous de connexion doit être préalablement débarrassée de la gaine isolante. Coupez-les aux bonnes longueurs à l'aide d'une pince coupante.

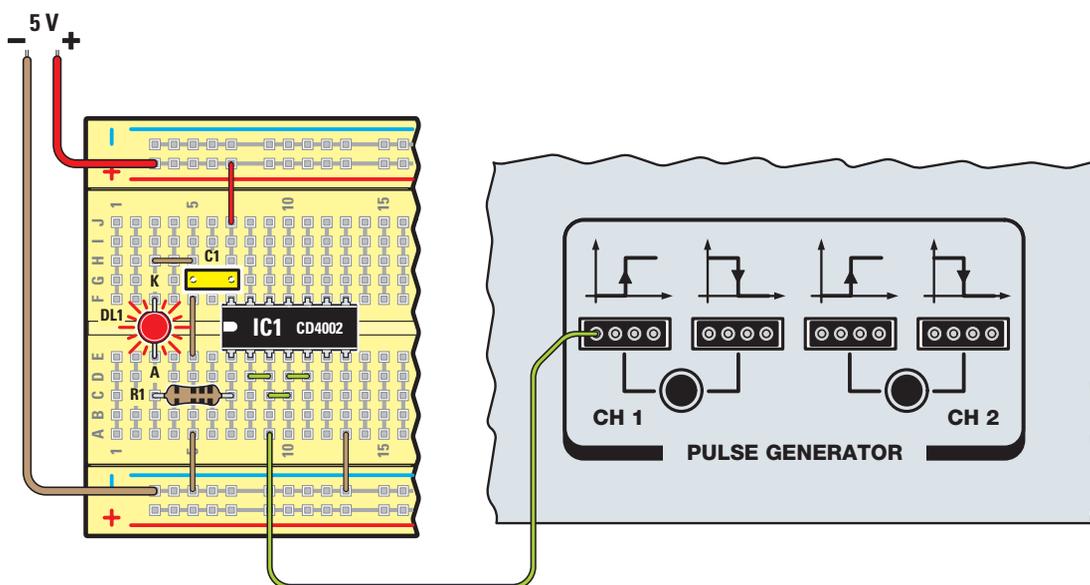


Avant de relier l'alimentation au circuit, réglez la valeur de la tension à **5 V**.

Cette opération est à effectuer au moyen du **multimètre** du minilab.

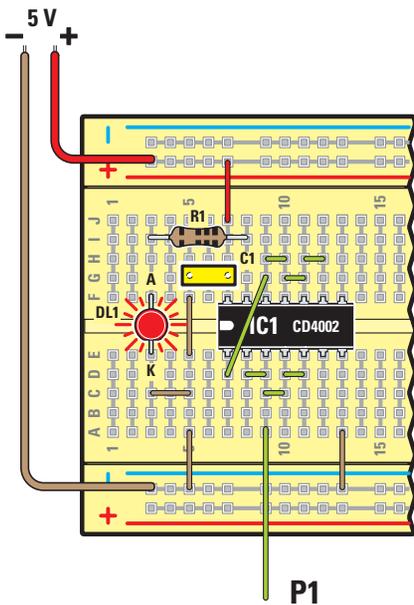
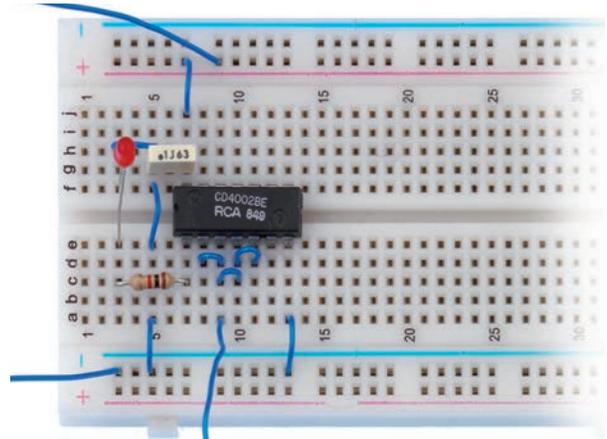
Reliez ensuite la sortie de l'alimentation au circuit à l'aide de deux courts morceaux de fil.

Le dessin vous montre en détail comment effectuer la mesure de la tension fournie par l'étage d'alimentation avec le multimètre du minilab. Une tolérance de **±10%** sur la valeur de la tension est acceptable : soit entre **4,5 V** et **5,5 V**.



N'oubliez pas de relier en outre la sortie du «**Pulse Generator**» à l'entrée de notre circuit. En particulier, vous allez utiliser la sortie **CH1** qui produit un niveau logique **1** quand le poussoir correspondant est pressé et un niveau logique **0** quand il est au repos. Dans ce circuit la **LED** doit rester allumée quand le poussoir n'est pas pressé et, inversement, elle doit s'éteindre quand le poussoir est pressé, ce qui correspond à la fonction **NOT**.

Photo de la plaque d'essais sur laquelle nous avons monté les composants nécessaires aux applications décrites dans l'article.

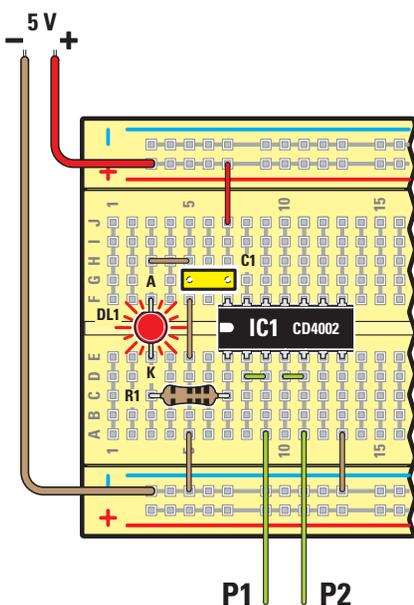
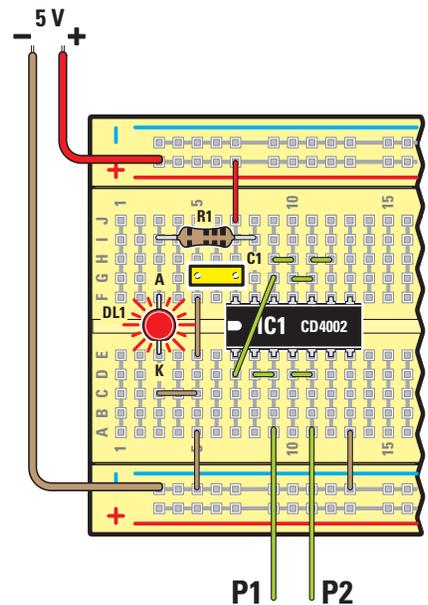


De par l'effet de la double inversion, le signal de sortie reproduit le niveau logique de l'entrée et de ce fait la **LED** sera **allumée** quand nous presserons le poussoir et restera **éteinte** quand il sera au repos.

Nous vous recommandons d'accorder le maximum de soin et d'attention au montage de ces circuits et de n'omettre aucun strap.

La fonction logique **OR** a besoin d'au moins deux variables d'entrée, c'est pourquoi nous utiliserons les deux poussoirs **P1** et **P2** afin d'obtenir toutes les combinaisons logiques à appliquer sur les entrées.

Dans ce cas la **LED** sera **allumée** exclusivement quand les deux poussoirs seront pressés.

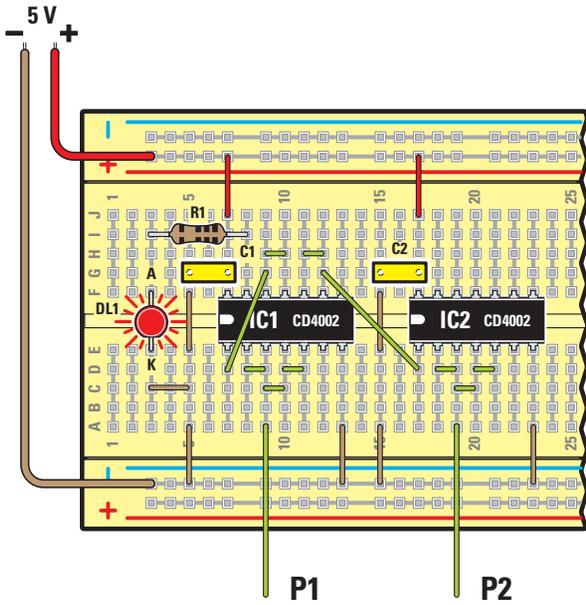


Dans ce cas également il est nécessaire de se servir des deux poussoirs. La fonction **NOR** est celle qui allume la **LED** exclusivement quand **les deux entrées** se trouvent au niveau logique **0**.

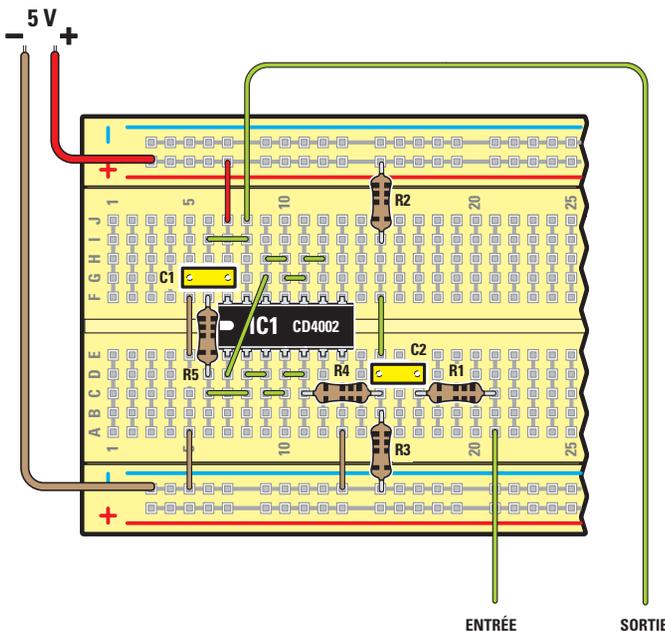
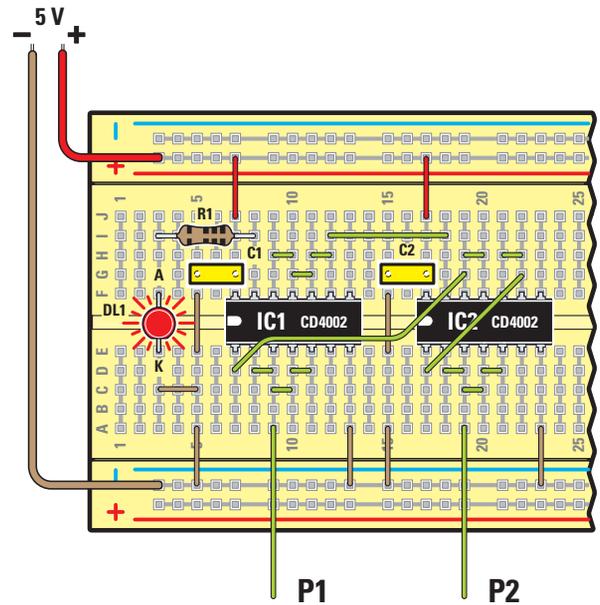
Pour réaliser la fonction **AND** il est nécessaire d'utiliser deux circuits intégrés **CD4002** parce qu'il nous faut trois portes logiques.



Cherchez à effectuer un montage ordonné et n'oubliez aucun des straps requis.

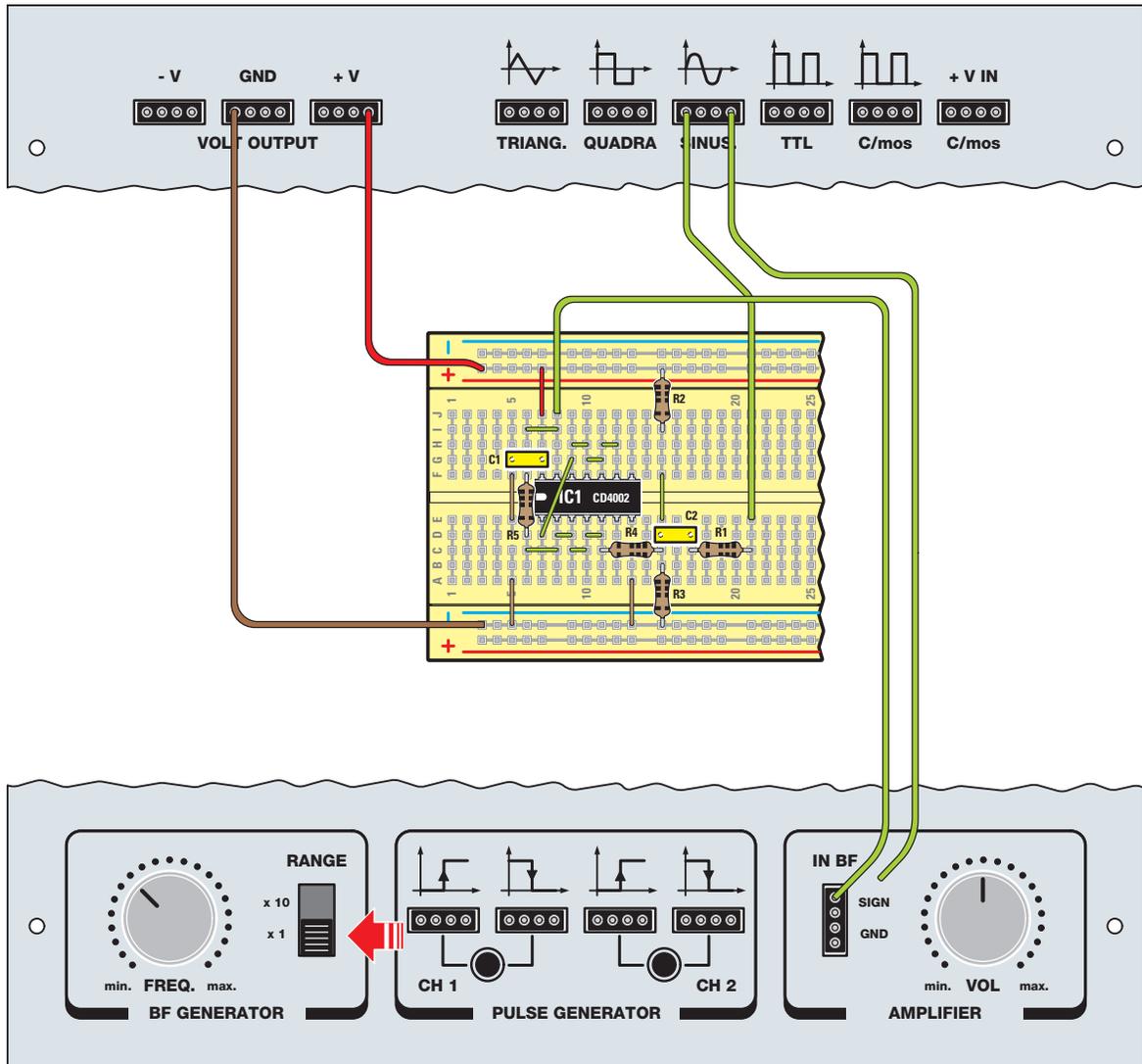


Si vous reliez à la sortie une autre porte **inverter**, vous obtenez la fonction **NAND** laquelle produit un niveau logique de **sortie 0** quand **toutes les entrées** sont au **niveau logique 1**.



Pour réaliser le circuit **quadratureur** nous n'utilisons qu'un seul circuit intégré **CD4002**, mais aucun composant passif en plus par rapport aux autres applications.

Attention de ne pas confondre les résistances de **100 k** et celle de **10 k**.



Nous avons représenté ici toutes les connexions nécessaires à la réalisation de l'**étage quadrateur (Trigger de Schmitt)** et pour effectuer l'**essai d'écoute** avec l'amplificateur audio du **minilab**.

Avant toute autre chose prélevez le signal «sinusoïdal» du générateur de fonctions pour l'appliquer à l'entrée de l'étage ; la fréquence de sortie devra être assez basse et donc le sélecteur «**RANGE**» sera en position **x1**.

Avec ce test vous pourrez savoir si l'étage quadrateur fonctionne et entendre la différence de timbre entre un signal carré et un signal sinusoïdal.

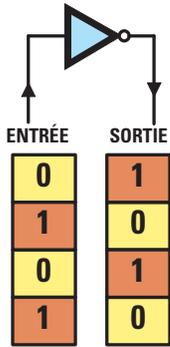
Reliez tout d'abord l'entrée de l'amplificateur à la sortie du générateur sinusoïdal et écoutez la note basse fréquence sortant du haut-parleur.

En commutant l'entrée de l'amplificateur sur la sortie du quadrateur, vous entendrez un signal très riche en harmoniques, typique d'un signal carré.

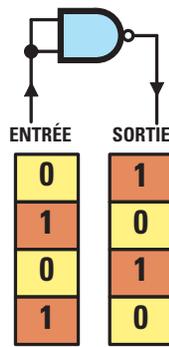


Table de vérité des PORTES LOGIQUES

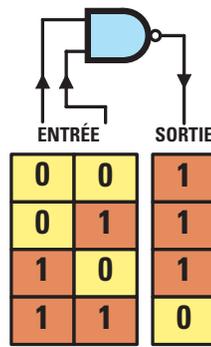
INVERTER



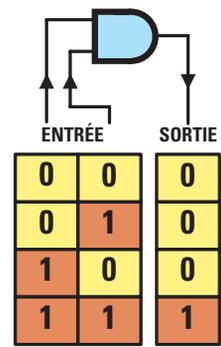
NAND



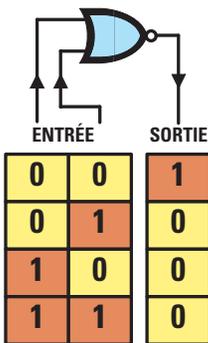
NAND



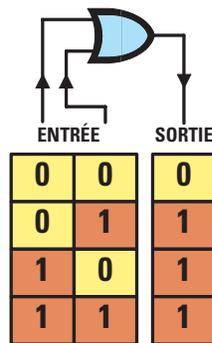
AND



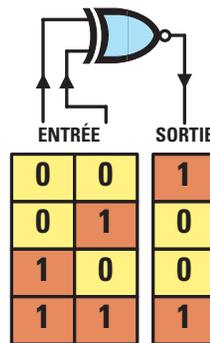
NOR



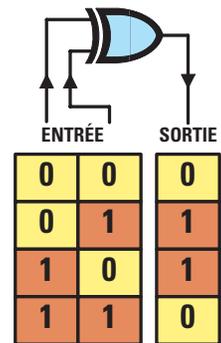
OR



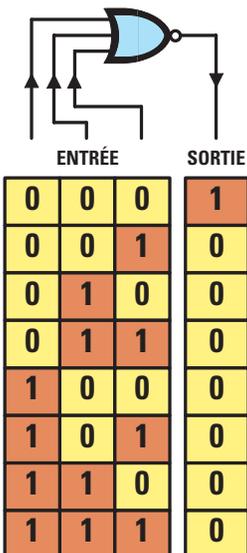
NOR EXCL.



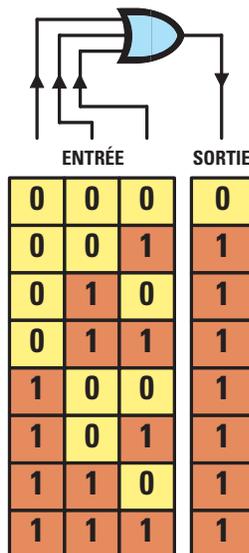
OR EXCL.



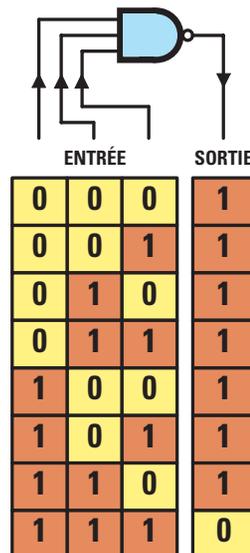
NOR



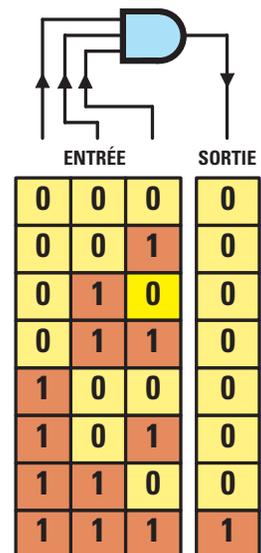
OR



NAND



AND

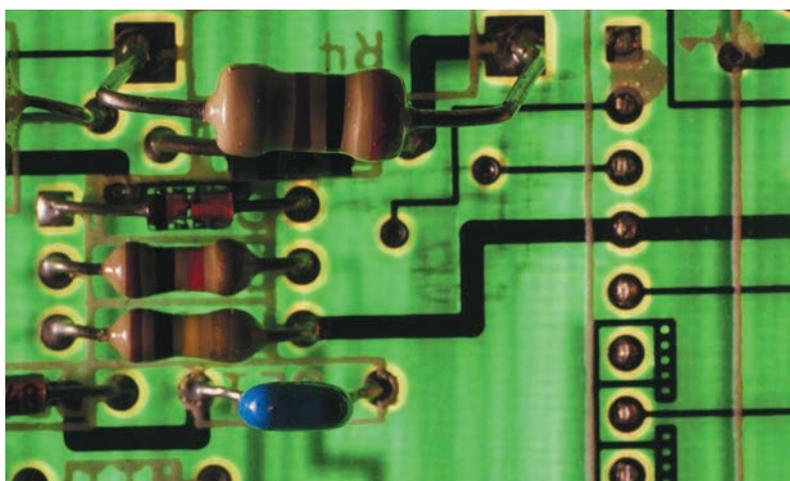


LTSpice

pour apprendre à simuler vos circuits

Leçon d'introduction

Le simulateur LTSpice est devenu pour les concepteurs un outil d'utilisation aussi courant que le fer à souder. La simulation permet d'effectuer des vérifications même sophistiquées sur un circuit, ce qui en accélère considérablement la réalisation, prérogative réservée jusqu'ici aux professionnels. Dans ce nouveau cours nous vous expliquerons comment utiliser LTSpice et comment mettre à profit les connaissances acquises.



Dans le numéro **118 d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** (page 87) nous vous avons fait une promesse : «Si le sujet vous intéresse, nous vous proposerons un cours consacré au LTSpice».

Étant donné les retours élogieux suscités par l'article, nous sommes maintenant prêts à commencer. Disons tout d'abord que ce Cours ne remplace pas le manuel du simulateur, lequel reste indispensable pour quiconque désire approfondir ce sujet (voir bibliographie).

Notre intention est de vous fournir une aide supplémentaire en vous expliquant le fonctionnement du simulateur au moyen d'exemples pratiques empruntés à nos propres montages, afin de travailler immédiatement sur du matériel réel.

LTSpice a l'avantage d'être un programme «free» (libre) sans limitations de nœuds ni de composants. LTSpice est né d'une intuition de Linear Technology qui décida de fournir à ses clients un logiciel capable de projeter des montages avec ses circuits intégrés à découpage.

Spice, outil créé à l'origine pour la conception des circuits intégrés, a été réécrit pour l'adapter aux nouvelles exigences d'analyse et de rapidité : ainsi naquit LTSpice.

Cette caractéristique et son incontestable validité en ont fait un **standard** pour la communauté des développeurs.

Linear Technology avec **LTSpice** a créé une tendance de marché et les autres constructeurs de circuits intégrés se sont dotés d'outils similaires.

Avec la platine universelle à double opérationnel **EN1788** présentée dans les numéros **117** et **118 d'ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**, nous avons mis à votre disposition un CD-Rom contenant tous les circuits et le simulateur, mais sans vous expliquer comment l'utiliser.

Le programme est en anglais (il n'existe pas de version française) et, chaque fois que possible, nous traduirons les termes en français.

Pour commencer à utiliser LTSpice deux voies s'ouvrent à nous :

- utiliser un des circuits d'exemples fournis par le constructeur ;
- dessiner notre schéma électrique.

LTSpice est doté d'outils simples et pratiques pour dessiner vos schémas : ces outils sont très faciles à utiliser.

Quand le programme est ouvert, pointez sur l'icône «nouveau schéma» et cliquez avec la touche gauche de la souris (voir figure 1).

Vous pouvez sélectionner les composants les plus courants sur la barre principale du menu (voir figure 2).

Les composants peuvent être zoomés et tournés en utilisant les commandes «zoom» et «rotation» comme le montre la figure 2. On peut aussi se servir des raccourcis du clavier en tapant respectivement **Ctrl+R** et **Ctrl+M**.

À notre avis, la meilleure approche pour comprendre un nouveau concept consiste à joindre la pratique à la théorie. C'est pourquoi nous vous proposons de commencer par dessiner un schéma, en vous basant sur notre montage **EN5010** publié dans la première partie de notre Cours «**Apprendre l'Electronique en Partant de Zéro**» et que nous reproduisons à la figure 3.

Le premier composant dont vous avez besoin est le transistor **NPN** : comme il n'est pas présent dans la barre, cherchez-le dans les bibliothèques («libraries» en anglais) qui apparaissent lorsqu'on clique sur le symbole composants (voir figure 4). Les bibliothèques contiennent un grand nombre de composants que vous apprendrez à connaître en utilisant le simulateur.

En plaçant les composants et en les orientant comme expliqué précédemment, vous obtiendrez le schéma de la figure 5. Vous voyez que, par commodité, les condensateurs – électrolytiques compris – sont représentés par le symbole générique du condensateur.

Pour terminer le dessin du schéma électrique, vous devez insérer le symbole de la masse présent dans la barre principale et que nous avons mis en évidence figure 6.

Vous avez maintenant besoin de la tension d'alimentation et pour l'obtenir vous utiliserez le composant **voltage** présent dans les bibliothèques (voir figure 6 en haut).

Enfin vous pouvez commencer à effectuer les liaisons : en sélectionnant l'icône «insérer une connexion» présente dans la barre principale, pointez sur la broche de R9 et cliquez avec la touche gauche de la souris.

Ensuite déplacez-vous latéralement jusqu'à atteindre **V1**, cliquez avec la touche gauche (nous obtenons l'orientation verticale de la connexion), continuez jusqu'au bornier de **V1** et cliquez sur la liaison (voir figure 7).

Maintenant il ne vous reste plus qu'à insérer les valeurs des différents composants : en partant du générateur **V1**,

pointez sur **V** et cliquez sur la touche droite de la souris. Une fenêtre s'ouvre, insérez la valeur **12 V** (voir figure 8).

Répétez la même procédure pour les résistances et les condensateurs, sans oublier qu'à la place de la virgule vous devez utiliser le point (car le programme est d'origine anglo-saxonne).

Maintenant il ne vous reste qu'à insérer le modèle **des transistors**. Pointez sur le symbole de **Q1** et cliquez avec la touche droite de la souris : une fenêtre comme celle de la figure 9 s'ouvre.

Cliquez sur la touche «**Pick New Transistor**». Une fenêtre présentant divers modèles de transistors (voir figure 10) s'ouvre : choisissez le **BC547B** et répétez l'opération pour **Q2**.

Enfin votre schéma est terminé et vous pouvez le voir figure 11. L'unique composant sans valeur est **V2** car ce générateur sera utilisé ensuite pour simuler le circuit.

Types d'analyses

Les trois types de simulation fondamentaux sont **DC**, **AC** et en **transitoire**. La simulation **DC** alimente le circuit et visualise toutes les tensions et les courants



Figure 1 : Barre d'outils de LTSpice. Pour commencer un nouveau schéma, cliquez sur «nouveau schéma» et continuez avec le dessin.



Figure 2 : Dans cette image sont indiqués les composants d'usage le plus courant que vous pouvez sélectionner : résistances, condensateurs, selfs et diodes. On remarque aussi les commandes de zoom et de rotation pour manipuler les dessins des composants.

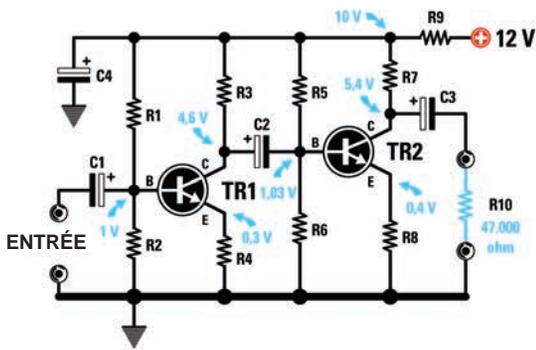
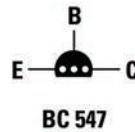


Figure 3 : Pour prendre un exemple pratique nous avons utilisé le schéma électrique de notre préamplificateur EN5010 ; pour vous faciliter l'accès à cette documentation complète nous donnons également ci-dessous la liste des composants.



Liste des composants EN5010

R1	.....	18 k
R2	.....	2,2 k
R3	.....	2,7 k
R4	.....	220
R5	.....	100 k
R6	.....	12 k
R7	.....	10 k
R8	.....	1 k
R9	.....	1 k
R10	...	résistance de charge
C1	.....	4,7 µF électrolytique
C2	.....	1 µF électrolytique
C3	.....	1 µF électrolytique
C4	.....	10 µF électrolytique
TR1	...	NPN BC547B
TR2	...	NPN BC547B

V alimentation	12 V
Courant consommé	2 mA
Gain total	50-55 fois
Max signal d'entrée	100 mV crête-crête
Max signal de sortie	7,5 V crête-crête
Charge de sortie (R10)	47 k
Bande de fréquence	de 20 Hz à 200 kHz

aux nœuds et les points de travail des semiconducteurs. L'analyse en **AC** trouve la réponse en fréquence et en phase (pour les petits signaux) du circuit.

L'analyse en transitoire montre les formes d'onde dans les différents points du circuit, quand un signal est présent en entrée. Le résultat de la simulation en transitoire apparaît comme si on observait le circuit avec un oscilloscope.

LTSpice permet de faire **six types fondamentaux d'analyses** :

- analyse en transitoire
- analyse en AC pour petits signaux
- DC sweep
- bruit
- fonction de transfert en DC
- point de travail en DC

Il existe encore d'autres fonctions d'analyse sophistiquées utilisant les «**commandes Spice**» : elles sont appelées sur le schéma à l'aide de champs de type texte.

Nous en utiliserons quelques unes dans les exemples pratiques. Pour en avoir la liste complète vous devrez consulter le manuel de LTSpice. Le type d'analyse peut être édité à partir du menu

Simulate à Edit Simulation Cmd : une fenêtre de sélection comme celle de la figure 12 s'ouvre, dans laquelle il est possible de choisir les différents types d'analyse en insérant les données nécessaires.

Point de travail en DC

Le point de travail en **DC** est analysé en prenant en compte les condensateurs ouverts et les selfs en court-circuit : il permet de connaître les courants et les tensions du circuit en continu.

Quand on sélectionne **Simulate → Edit Simulation Cmd** une fenêtre s'ouvre (comme le montre la figure 12) dans laquelle vous devrez choisir "**DC op pnt**"; cliquez sur **OK** et la directive **.op** sera placée sur le schéma.

Cliquez sur **RUN** dans la barre principale (voir figure 2) : LTSpice lance alors l'analyse en ouvrant deux fenêtres successivement, pour le moment vous les ignorerez et vous les fermerez pour passer à la vérification du résultat. Pointez par exemple sur le collecteur de **Q2** (voir figure 13), une tension de **5,59 V** est visualisée.

Si nous allons vérifier la valeur indiquée en figure 3 pour le collecteur de **TR2**, nous constaterons qu'elle est égale à **5,4 V**.

Les deux valeurs sont légèrement différentes parce que le simulateur utilise des modèles qui diffèrent légèrement du composant réel, lequel présente des tolérances de construction.

Pointez sur **R4** (figure 14), en bas à gauche : vous pouvez voir le courant dans la résistance et sa dissipation (le pointeur prend la forme d'une main).

Si vous ne retenez pas tous les comptes nécessaires pour trouver ces valeurs avec LTSpice, vous devrez simplement pointer sur le composant ou le nœud qui vous intéresse pour connaître la valeur correspondante.

Analyse en alternatif

C'est une analyse pour petits signaux permettant de déterminer la **réponse en fréquence** et en **phase** du circuit en examen, en général représenté sur un **diagramme de Bode**.

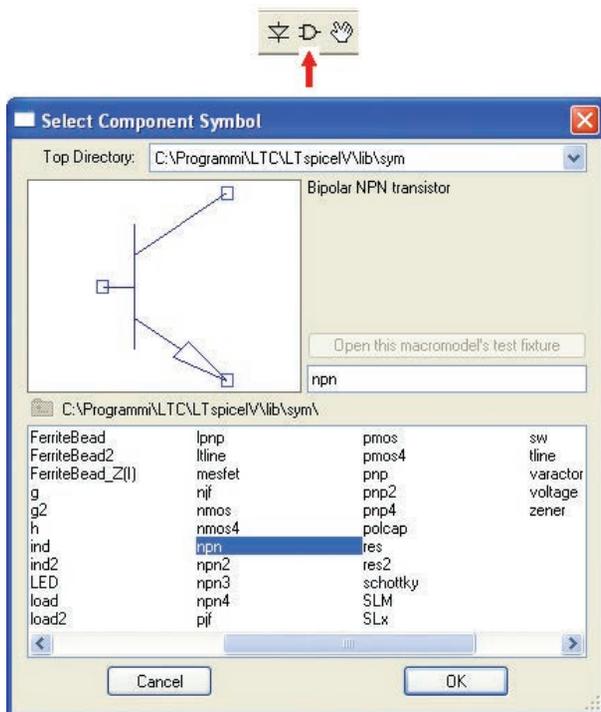


Figure 4 : En haut de la figure vous pouvez voir le symbole des composants. Cliquez dessus avec la touche gauche de la souris. La fenêtre de la figure 5 s'ouvre : vous pouvez y sélectionner le type de transistor désiré, dans notre cas c'est le transistor NPN.

Figure 5 : Voici comment se présente le schéma après avoir disposé les composants ; maintenant il ne manque plus que les connexions et les masses. Avec un minimum de pratique, les schémas seront esthétiquement agréables.

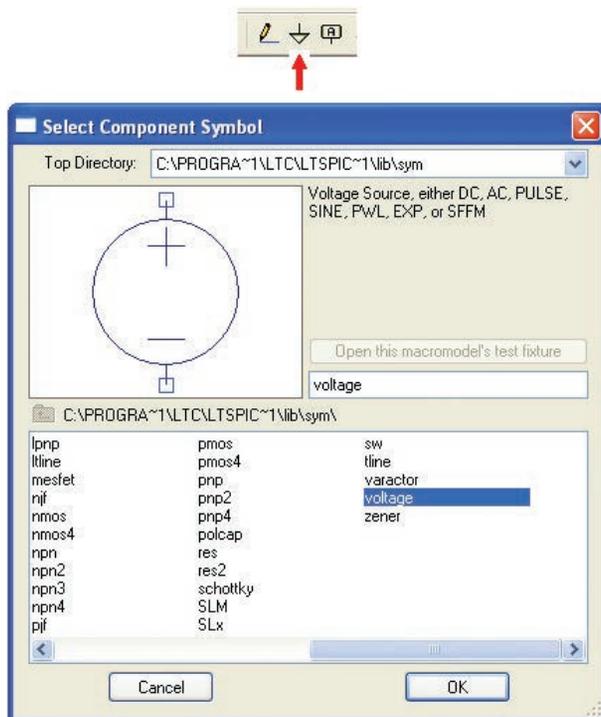
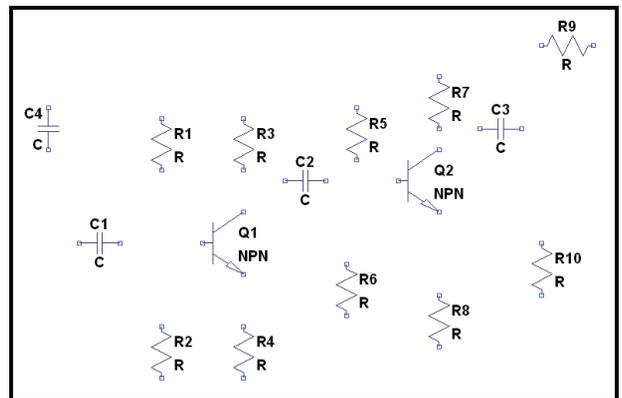


Figure 6 : En haut à droite vous pouvez voir le symbole de masse présent sur la barre principale, sélectionnez-le pour terminer le schéma. Au dessous, la fenêtre de la bibliothèque («library» en anglais) où le générateur de tension apparaît sélectionné.

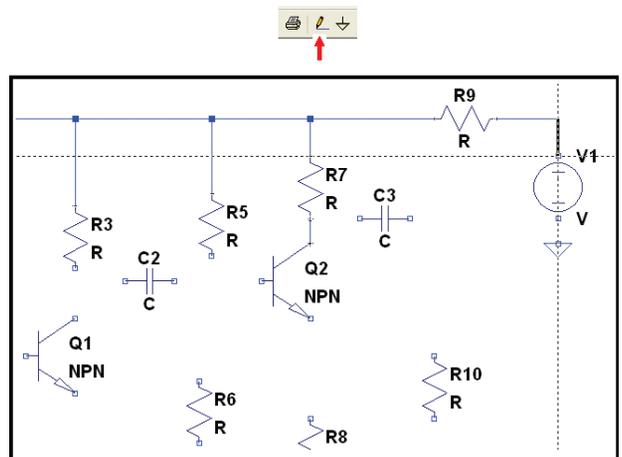


Figure 7 : Symbole du fichier que vous allez sélectionner et résistance R9 à relier au générateur V1.

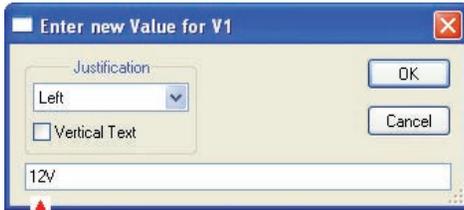


Figure 8 : Mettez le pointeur sur V1 et cliquez sur V avec la touche droite ; insérez la valeur 12 V dans la fenêtre.

Figure 9 : Si vous cliquez sur la touche «Pick New Transistor» la fenêtre de sélection s'ouvre.

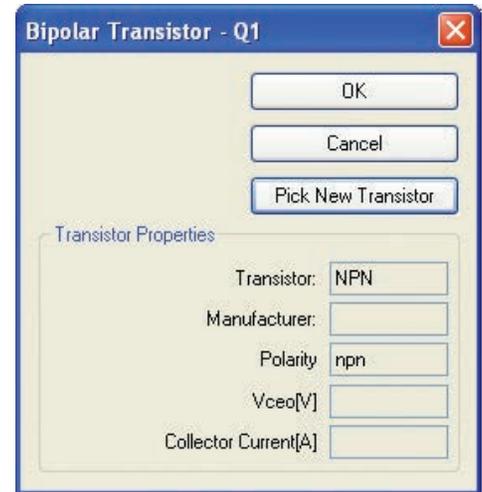
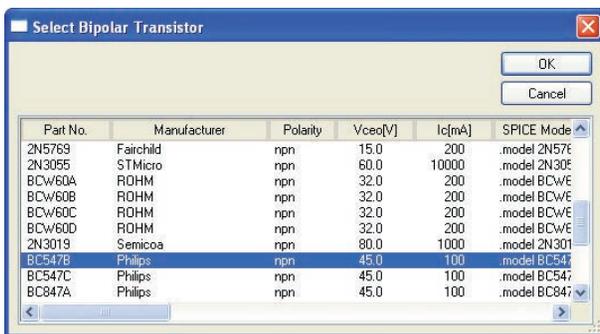


Figure 10 : La fenêtre de sélection des transistors dans laquelle nous avons sélectionné BC547B.

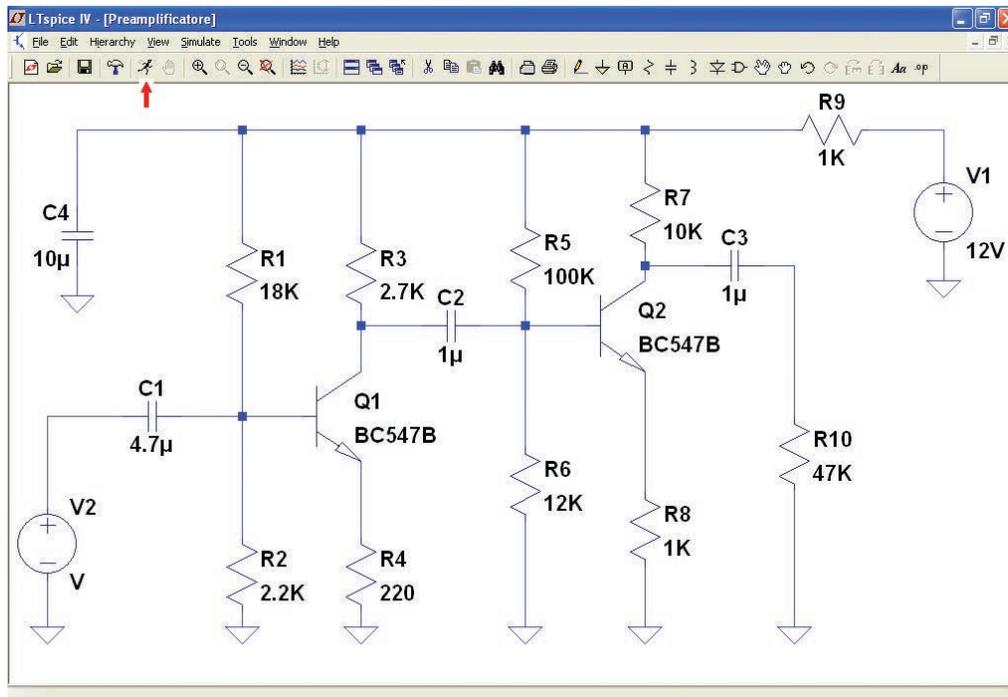


Figure 11 : Le schéma est terminé : ci-dessus vous pouvez voir comment il apparaîtra à l'écran de l'ordinateur.

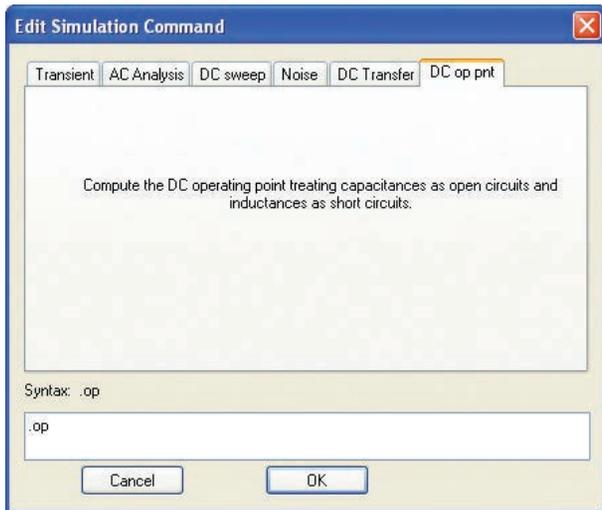


Figure 12 : Vous pouvez voir la fenêtre de sélection des types de simulation disponibles : dans ce cas on a sélectionné le point de travail en DC.

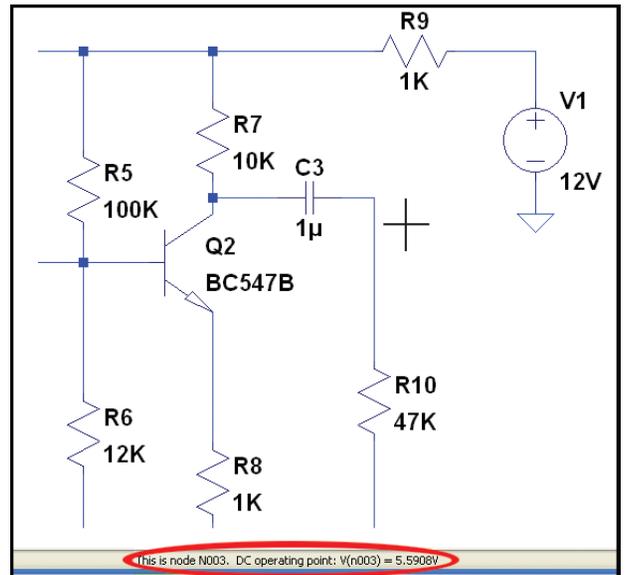


Figure 13 : Si on déplace le pointeur sur un connexion, le nom du noeud et la tension présente sont visualisés en bas.

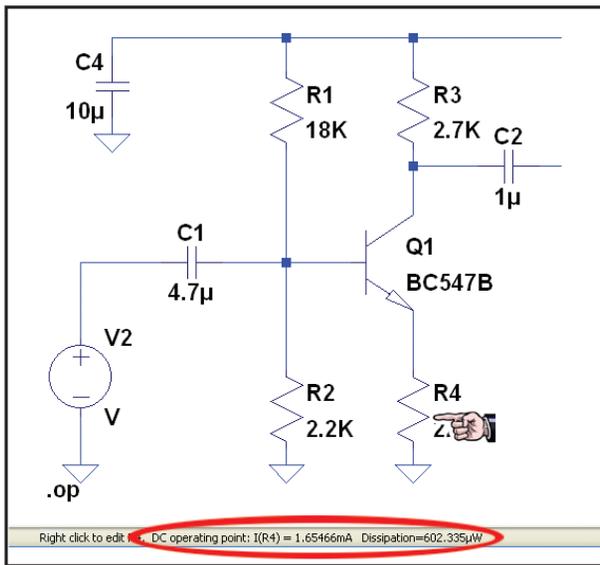


Figure 14 : Si on place le pointeur sur le corps de la résistance R4, le courant et la dissipation du composant seront visualisés en bas.

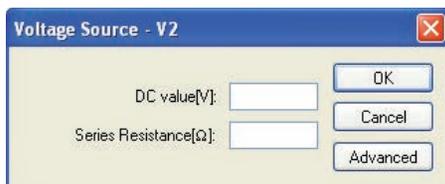


Figure 15 : Si on place le pointeur sur le générateur V2 et si on clique avec le bouton droit la fenêtre ci-contre apparaît.

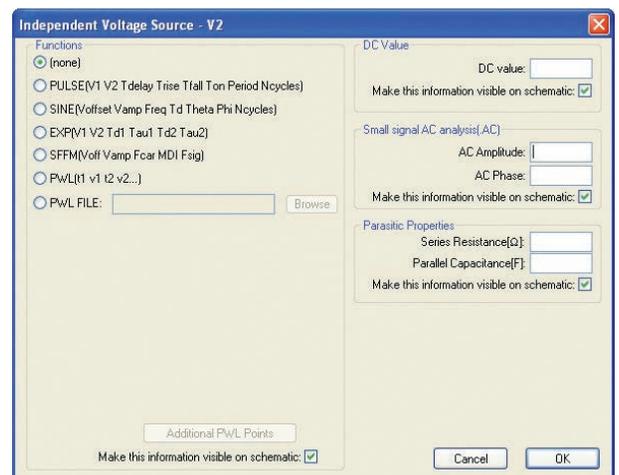


Figure 16 : Si vous avez sélectionné l'option «advanced» dans la figure précédente, tapez 1 dans la case AC Amplitude.

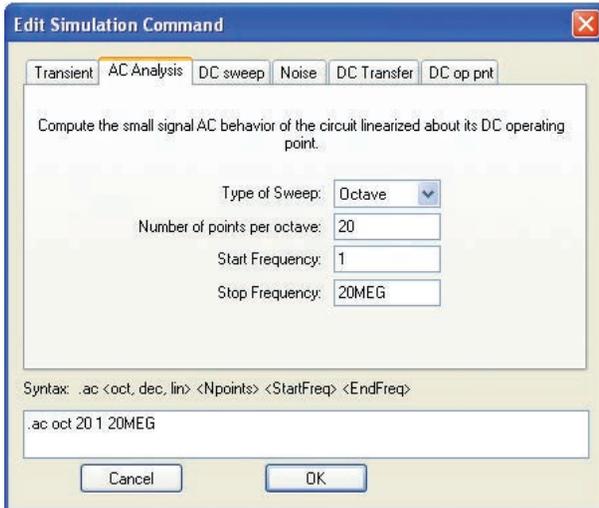


Figure 17 : Dans cette fenêtre il est possible d'entrer les paramètres pour faire l'analyse en AC de votre circuit.



POINTEUR
SONDE TENSION



POINTEUR
SONDE COURANT

Figure 18 : Les deux pointeurs en forme de sonde de tension et de sonde de courant.

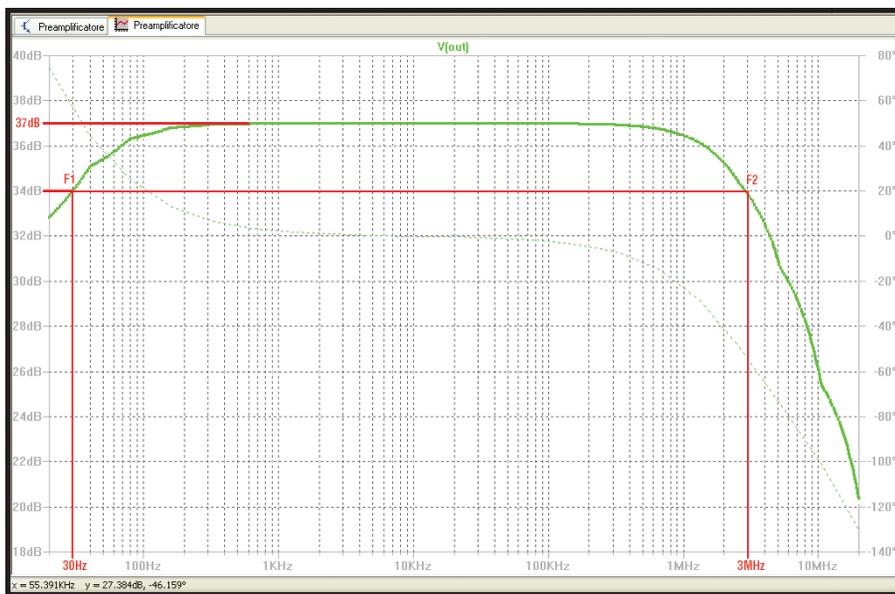


Figure 19 : Diagramme de Bode de notre préamplificateur. F1 et F2 sont les fréquences de coupure : dans le texte nous vous expliquons comment procéder pour les calculer.

La première chose à faire est de régler le générateur **V2** en pointant son symbole et en cliquant avec la touche droite de la souris : une fenêtre comme celle de la figure 15 s'ouvre, vous devez y sélectionner «**advanced**».

La fenêtre de la figure 16 s'ouvre, dans laquelle vous devez insérer **1** dans la case «**AC Amplitude**».

Quand on sélectionne **Simulate** → **Edit Simulation Cmd** la fenêtre de la figure 17 s'ouvre ; sélectionnez **AC Analysis** et paramétrez les valeurs suivantes :

Type of Sweep : Octave
Number of points per octave : 20
Start Frequency : 1 Hz
Stop Frequency : 20 MEG

Cliquez sur **Ok**, sélectionnez la commande **Run** dans la barre principale (le bonhomme qui court) et après quelques secondes l'élaboration se termine.

Dans ce cas en plaçant le curseur sur un conducteur il prendra la forme d'une sonde de tension (voir figure 18) et en cliquant avec la touche gauche de la souris la tension en ce point est visualisée.

Si on place le curseur sur un composant il prend la forme d'une pince ampérométrique et si on clique avec la touche gauche, l'allure du courant est visualisée.

Pointez sur le point **Out** (voir figure 21) et cliquez, le graphique de la réponse

en fréquence s'ouvre, comme le montre la figure 19.

Le gain du circuit est d'environ **36,5 dB**. En fonction des caractéristiques du circuit nous aurons une valeur de **55** laquelle, transformée en **dB**, devient **34,8 dB** : les deux valeurs sont proches.

Si nous plaçons le curseur sur la courbe du graphique, nous lisons les valeurs en n'importe quel point.

Pour déterminer la **fréquence de coupure inférieure F1**, il suffit de trouver le point à **-3 dB**. En fait il est nécessaire de trouver le point où la courbe descend à **33,5 dB**, on trouve une valeur d'environ **20 Hz**.

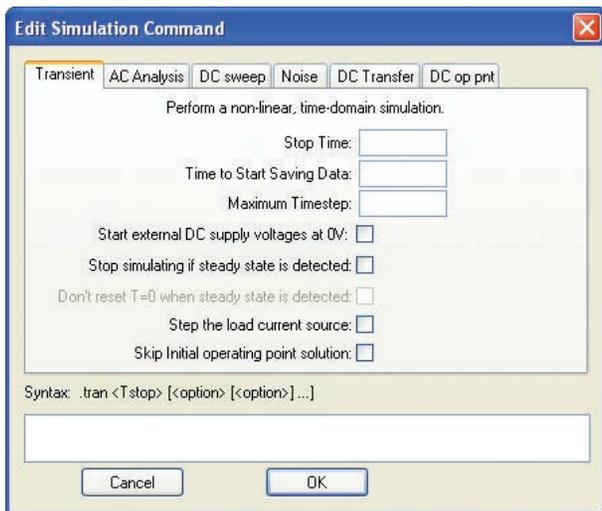
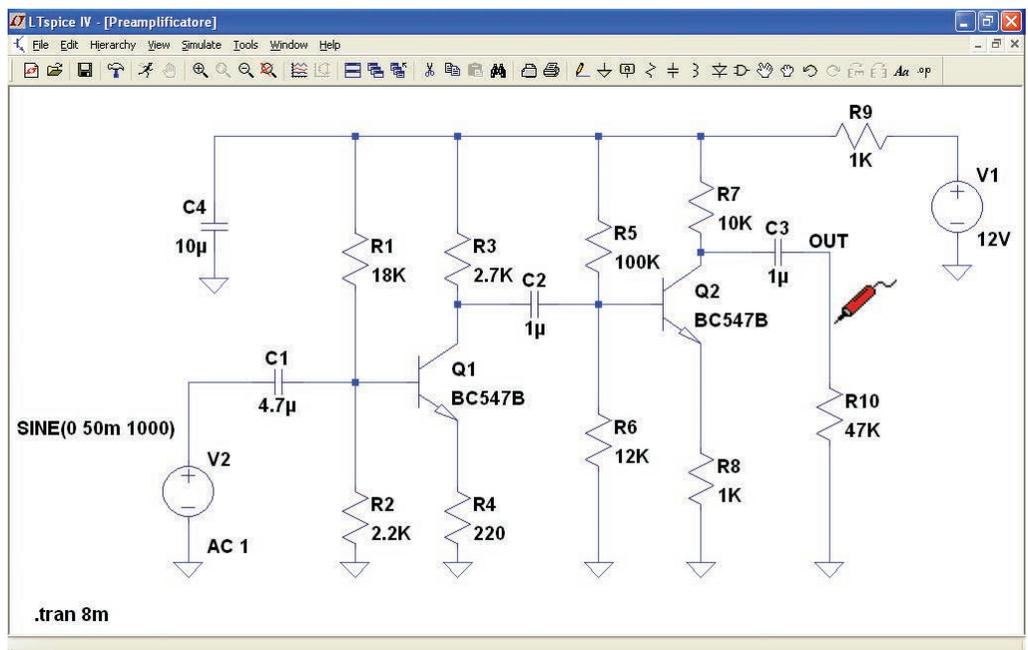


Figure 20 : Sur cet écran vous pouvez voir l'analyse en transitoire paramétrée sur une durée de 8 ms.

Figure 21 : Schéma du préamplificateur utilisé pour les simulations, réglé dans ce cas pour l'analyse en transitoire. Le signal à visualiser est prélevé sur le point Out (où vous voyez la sonde positionnée).



De la même manière nous déterminons la **fréquence de coupure supérieure F2** qui est d'environ **3,1 MHz**.

Dans les caractéristiques du circuit une fréquence supérieure de **100 kHz** est déclarée : c'est probablement une erreur de l'auteur de l'article.

Analyse en transitoire

L'analyse en transitoire sert à vérifier le fonctionnement du circuit à la mise sous tension et pour l'analyse des signaux forts. Comme le montre la figure 21, nous avons paramétré un

signal sinusoïdal sur le générateur **V2**, une fréquence de **1 kHz** et une amplitude de **50 mV pp**.

Quand on sélectionne **Simulate → Edit Simulation Cmd** et si on choisit ensuite **Transient**, la grille de paramétrage apparaît.

Dans la case **Stop Time** insérez **8 ms** et laissez les autres vides.

Le temps de l'analyse en transitoire dépend du type de circuit et peut se prolonger.

L'amplitude du générateur a été choisie pour ne pas saturer la sortie du préamplificateur, le signal de sortie maximal

étant **sans clipping** comme le montre la figure 22.

Multivibrateur astable

Quel circuit se prête mieux à l'explication de l'analyse en transitoire ? Le **multivibrateur à transistor** : c'est un classique de l'électronique et son schéma est visible figure 23.

Supposons que **R1 = R2** et **R3 = R4 = R** et **C1 = C2 = C**, le circuit produit une onde carrée symétrique dont la fréquence est donnée par la formule suivante :

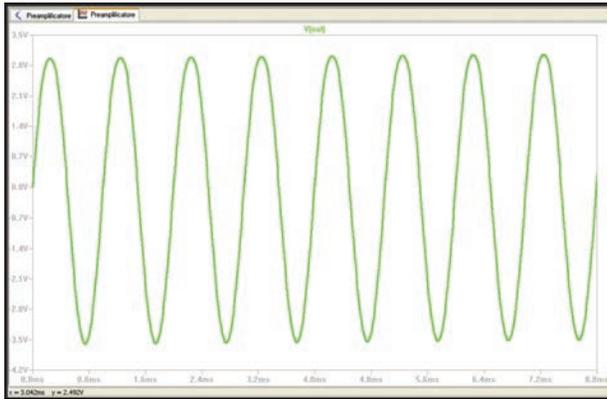


Figure 22 : Comme le montre cette image, le signal de sortie de notre circuit ne présente aucun effet de clipping.

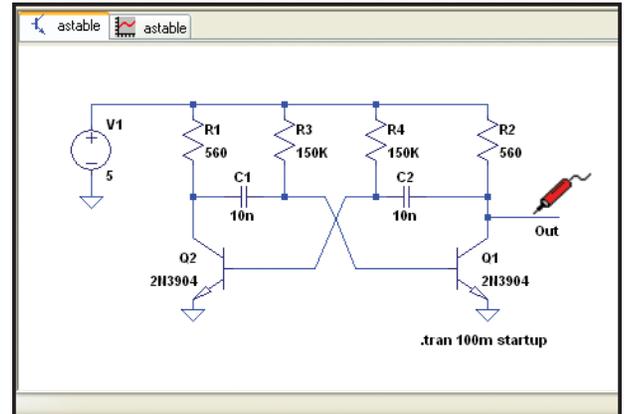


Figure 23 : Schéma d'un multivibrateur astable utilisé pour nos essais.

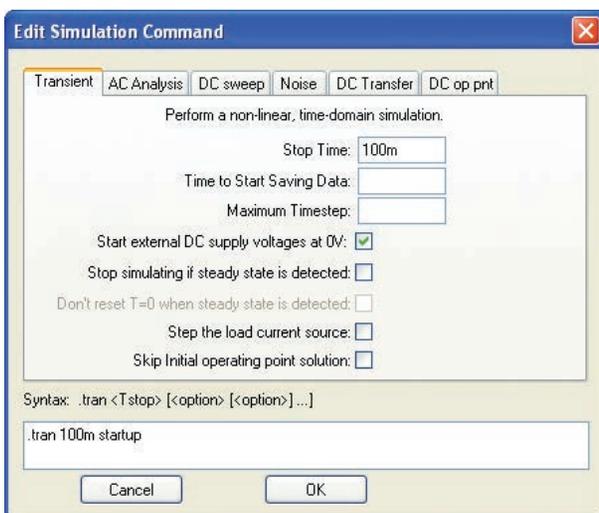


Figure 24 : Dans cette fenêtre vous pouvez voir le paramétrage de l'analyse de notre multivibrateur avec comme particularité l'ajout de la commande startup.

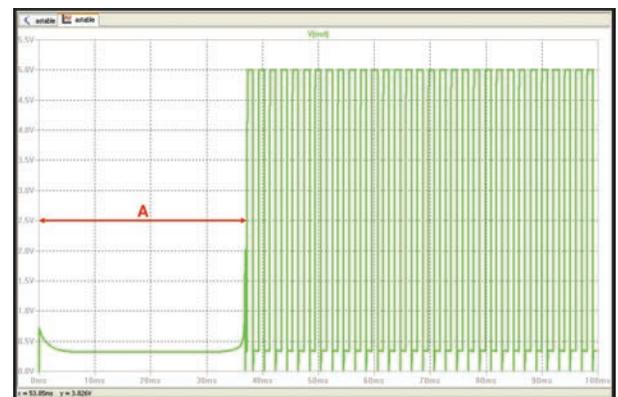


Figure 25 : Forme d'onde présente à la sortie OUT du multivibrateur ; on peut noter que l'oscillation démarre après un temps A d'environ 35 ms.

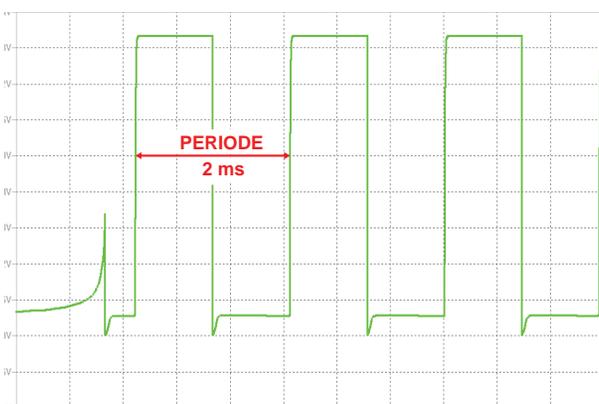


Figure 26 : Cette image met en évidence la manière de déterminer la fréquence d'oscillation de notre multivibrateur.

$$f = 1 : 1,38 \times R \times C$$

Si vous calculez la fréquence de fonctionnement de notre circuit, vous obtiendrez :

$$F = 1 : (1,38 \times 150\,000 \times 10^{-9}) = 483 \text{ Hz}$$

Paramétrez la simulation **Simulate** → **Edit Simulation Cmd**, choisissez

Transient et paramétrez **Stop Time** à **100 ms** ; en bas dans le champ texte tapez la **commande startup** comme le montre la figure 24.

La **commande startup** calcule le point de travail des transistors en produisant une **fonction en rampe** sur le **générateur V1**. Cela fait facilement osciller le multivibrateur.

Si vous lancez la commande **Start** vous obtiendrez la forme d'onde de la figure 25 où il est évident que dans la partie A du graphique le circuit commence à osciller après environ **35 ms**.

Voyons maintenant comment déterminer la fréquence d'oscillation : si nous agrandissons la forme d'onde, nous obtenons l'image de la figure 26 où l'on

voit que la période est d'environ **2 ms** et que par conséquent la fréquence vaut environ **500 Hz**.

Si nous réalisons un prototype du circuit et que nous mesurons la fréquence de sortie, nous obtenons une fréquence d'environ **475 Hz**.

En comparant les résultats de la formule, de la simulation et de la mesure pratique, nous obtenons des valeurs presque identiques.

Bibliographie et ressources

Une ressource fondamentale est proposée dans le forum de **LTSpice** <http://tech.groups.yahoo.com/group/LTSpice/> où une foule de modèles est disponible, schémas et exemples.

Vous aurez seulement besoin d'un peu de patience lors de vos recherches. Quand nous présentons un article comme celui-ci, ce sont des titres d'ouvrages en français qu'il convient de trouver mais ils ne sont pas toujours faciles à dénicher : habituellement, en effet, il s'agit de livres introductifs ou bien destinés à des étudiants d'université.

À ceux qui voudrait vraiment maîtriser ce domaine nous conseillons de focaliser sa recherche sur des livres destinés aux instituts de technologie, où l'on enseigne l'électronique en utilisant **PSpice**.

Une autre possibilité consiste à demander des conseils dans les librairies spécialisées (Hoepli) ou bien de s'adresser aux librairies universitaires. Les notions sont facilement applicables à LTSpice (les auteurs de LTSpice proviennent de **Microsim**, créatrice de PSpice).

Textes fondamentaux

Andrei Vladimirescu, The SPICE Book, Éditeur Wiley, première édition 1994, 432 pages : ISBN-10: 0471609269 ISBN-13: 978-0471609261 en anglais, disponible chez Amazon. Ce livre est un classique écrit par un professeur de Berkeley ayant travaillé sur Spice. Ouvrage très technique, mais fondamental pour quelqu'un qui veut utiliser Spice pour sa profession.

P.W. Tuinega, A guide to circuit simulation and analysis using PSpice, difficile à trouver en neuf, en anglais. Ouvrage de référence à avoir dans son labo. Malheureusement on le trouve difficilement. Essayez sur www.scribd.com

Gilles Brocard, Le simulateur LTSpice IV - Manuel, méthodes et applications,

Les origines et l'histoire du simulateur SPICE

Spice est le programme le plus utilisé ces dernières années pour l'analyse des circuits et au fil du temps il a été perfectionné et il est devenu plus puissant. La première version a été écrite par les étudiants en ingénierie du «Department of Electrical Engineering and Computer Science» de l'Université de California-Berkeley. Les professeurs **D. Pederson** et **R. Rohrer** furent chargés d'écrire le meilleur programme possible pour simuler les circuits intégrés. Le succès du programme est dû aussi au fait qu'il a été écrit par des étudiants en ingénierie pour des ingénieurs : les équations et les modèles ont été développés avec un angle d'attaque pragmatique et peu académique.

La toute nouvelle industrie des circuits intégrés nécessitait un programme facilitant la conception, c'est-à-dire permettant l'analyse en continu et pour les signaux faibles de manière à réduire l'utilisation de techniques de «breadboarding» (sur plaque d'essais). On le sait, les circuits intégrés sont réalisés avec des techniques lithographiques très coûteuses. Disposer d'un programme permettant de vérifier le circuit ne pouvait qu'être d'une grande aide (bientôt indispensable) en termes de coût et de rapidité de développement.

Initialement ce sont les modèles de diodes et de transistors qui furent implémentés en se basant sur les équations de **Ebers-Moll**. Les méthodes de résolution numérique se perfectionnèrent ainsi. Les modèles de FET et de MOSFET utilisant les équations de quadrature furent introduits ensuite.

La version **Spice1** fut lancée en 1972, la version **Spice2** en 1975. Sa grande diffusion est due surtout à sa robustesse et à sa facilité d'utilisation ainsi qu'au fait que le code est distribué gratuitement.

Les circuits devinrent entre temps toujours plus complexes et les temps d'élaboration toujours plus longs (on pense au coût des calculateurs à cette époque !) si bien que l'on recourut à des macro-modèles. En fait on remplace une partie du circuit par un générateur asservi équivalent à commande fonctionnelle, selon la technique utilisée pour simuler les opérationnels. Pour maintenir à jour le simulateur, des ressources importantes furent investies et des modèles de semi-conducteurs plus sophistiqués – tenant compte de leur géométrie et de la physique de leur fonctionnement – furent développés.

Vers la fin des années 80 les premières versions commerciales de Spice commencèrent à voir le jour, elles tournaient sur des mini-ordinateurs. En 1984 Microsim introduisit **PSpice** pour le IBM PC-XT ; la diffusion du PC fit ensuite le reste et le programme fut largement diffusé dans l'industrie électronique.

Une autre avancée décisive vint de trois sociétés : Daisy, Mentor et Valid qui intégrèrent le Spice dans leurs paquets pour projeteurs, en les faisant tourner sur de puissantes plateformes de travail («workstations»). La diffusion du système **Unix** dans les universités et les instituts de recherche rendit rapidement nécessaire la réécriture du code qui passa du langage «Fortran» au langage «C» : cela déboucha sur le **Spice3** en 1985. Dans les années 90 on s'efforça de rendre l'interface usager plus «amicale» (on prétend souvent que les logiciels sont «intuitifs» mais ce n'est la plupart du temps qu'un argument commercial) et facile à utiliser.

La description du circuit est réalisée schématiquement, les signaux d'entrée sont définis et contrôlés par un générateur de fonctions, les analyses définies avec menu pop-up. Les signaux de sortie sont visualisés sur un oscilloscope virtuel et des analyseurs de réseau et d'états logiques – toujours virtuels – sont disponibles aussi. Les techniques pour la description des sous-ensembles de circuits complexes avec équations, ou avec langages descriptifs comme le AHDL (Analog Matériel Descriptive Language) sont perfectionnés.

Dans les années suivantes les modèles sont perfectionnés et des fonctions toujours plus sophistiquées ajoutées (comme par exemple la simulation de l'hystérésis magnétique), jusqu'à arriver aujourd'hui au LTSpice.

```

**** 09/08/92 ***** SPICE 2G.6 3/15/83 ***** 19:45:56 *****
SERIES RLC CIRCUIT
****      AC ANALYSIS      TEMPERATURE = 27.000 DEG C
*****
LEGEND:
*: VDB (3)
+: VP (3)

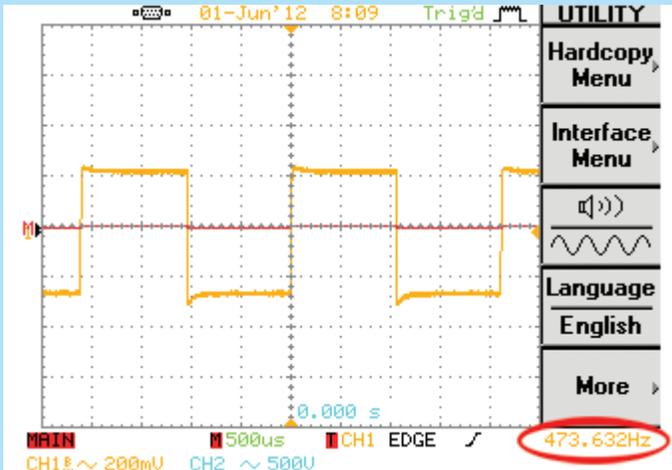
FREQ      VDB (3)
(*)----- -4.0000E+01 -2.0000E+01 0.0000E+00 2.0000E+01 4.0000E+01
(+)----- -2.0000E+02 -1.5000E+02 -1.0000E+02 -5.0000E+01 0.0000E+00

1.000E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
1.259E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
1.585E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
1.995E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
2.512E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
3.162E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
3.981E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
5.012E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
6.310E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
7.943E+00 1.398E+01 . . . . * . . . . +
1.000E+01 1.398E+01 . . . . * . . . . +
1.259E+01 1.399E+01 . . . . * . . . . +
1.585E+01 1.399E+01 . . . . * . . . . +
1.995E+01 1.400E+01 . . . . * . . . . +
2.512E+01 1.401E+01 . . . . * . . . . +
3.162E+01 1.402E+01 . . . . * . . . . +
3.981E+01 1.405E+01 . . . . * . . . . +
5.012E+01 1.409E+01 . . . . * . . . . +
6.310E+01 1.415E+01 . . . . * . . . . +
7.943E+01 1.425E+01 . . . . * . . . . +
1.000E+02 1.441E+01 . . . . * . . . . +
1.259E+02 1.468E+01 . . . . * . . . . +
1.585E+02 1.511E+01 . . . . * . . . . +
1.995E+02 1.585E+01 . . . . * . . . . +
2.512E+02 1.716E+01 . . . . * . . . . +
3.162E+02 1.972E+01 . . . . * . . . . +
3.981E+02 2.598E+01 . . . . * . . . . +
5.012E+02 2.483E+01 . . . . * . . . . +
6.310E+02 1.411E+01 . . . . * . . . . +
7.943E+02 7.419E+00 . . . . * . . . . +
1.000E+03 2.053E+00 . . . . * . . . . +
1.259E+03 -2.712E+00 . . . . * . . . . +
1.585E+03 -7.164E+00 . . . . * . . . . +
1.995E+03 -1.144E+01 . . . . * . . . . +
2.512E+03 -1.561E+01 . . . . * . . . . +
3.162E+03 -1.971E+01 . . . . * . . . . +
3.981E+03 -2.378E+01 . . . . * . . . . +
5.012E+03 -2.782E+01 . . . . * . . . . +
6.310E+03 -3.184E+01 . . . . * . . . . +
7.943E+03 -3.586E+01 . . . . * . . . . +
1.000E+04 -3.987E+01 . . . . * . . . . +

```

Sur cette figure vous pouvez voir la représentation graphique d'une simulation Spice 2 remontant à 1983. À cette époque, pour visualiser les résultats des simulations on utilisait des programmes spéciaux d'élaboration appelés post-processeurs.

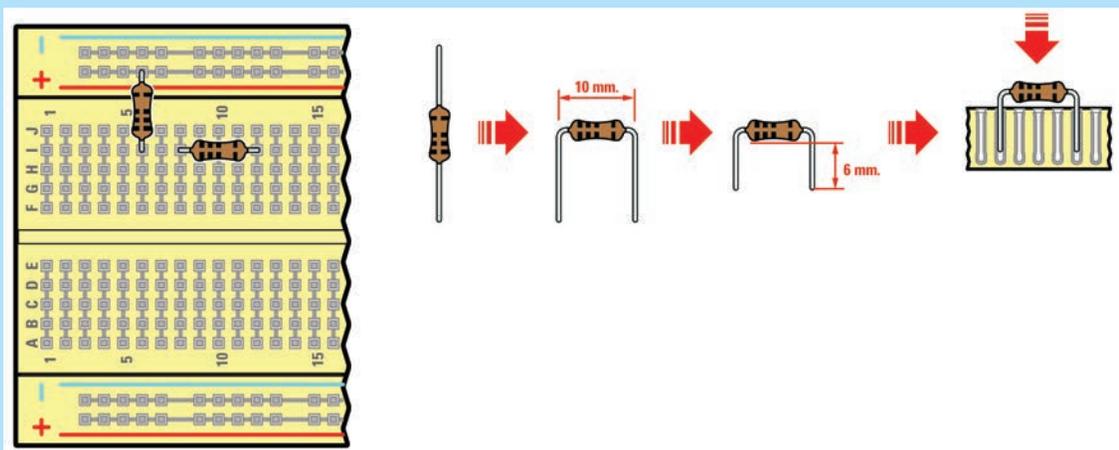
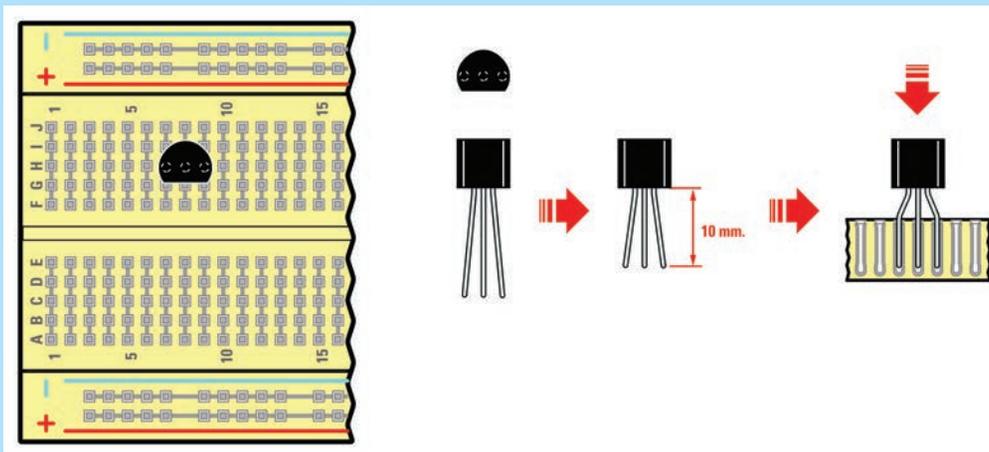
Expériences avec le multivibrateur astable

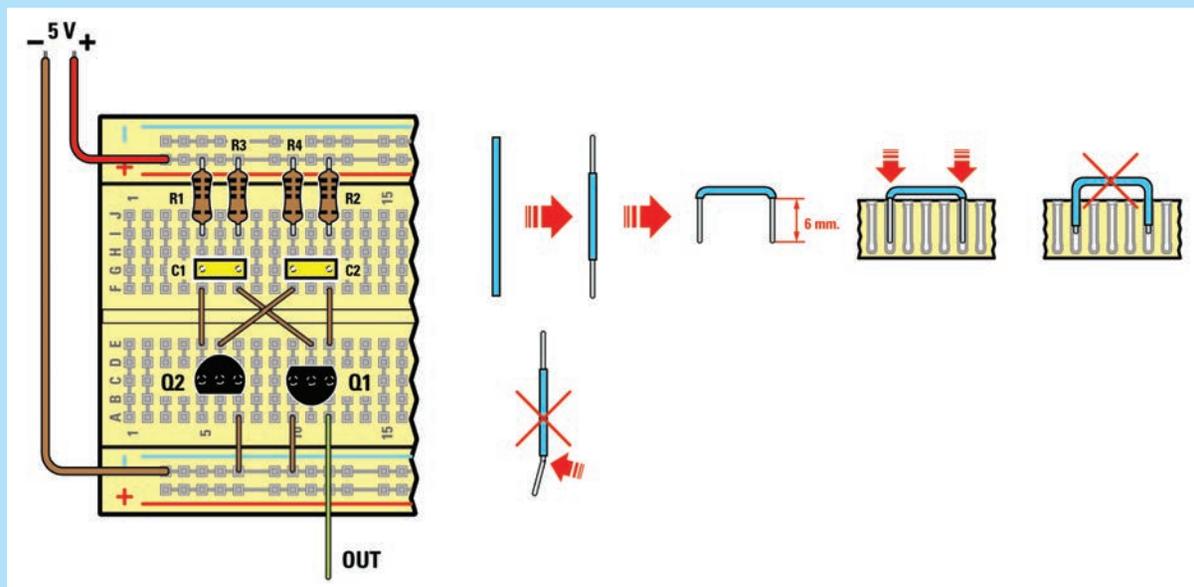
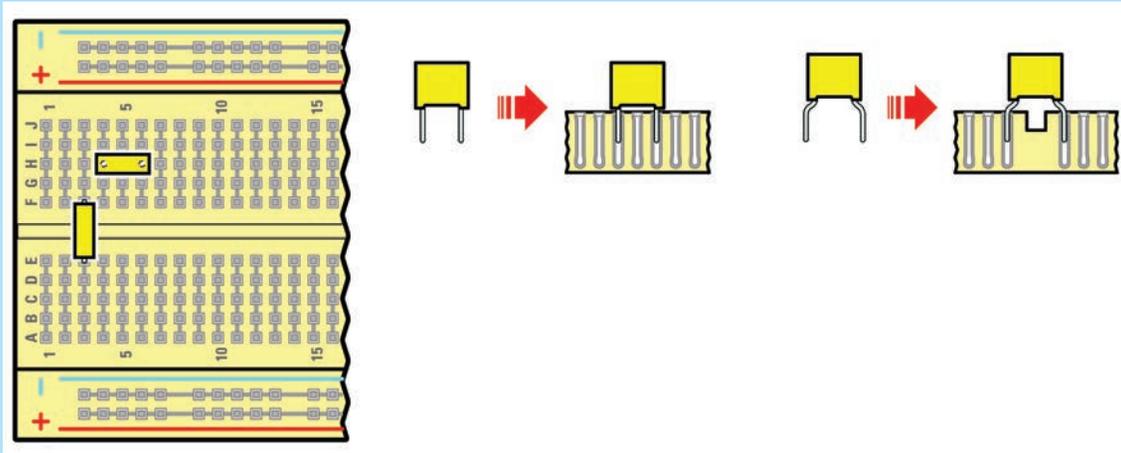


Si vous voulez vérifier le fonctionnement du circuit, vous pouvez utiliser notre Minilab **EN3001-2-3-4**. Le Minilab est présenté dans **ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** jusqu'à ce numéro que vous êtes en train de lire : vous n'aurez qu'à assembler le circuit sur la plaque d'essais («breadboard»).

Les composants sont très courants et en général on les trouve chez tous les revendeurs de composants électroniques (voir les encarts de nos annonceurs). Montez les résistances et les condensateurs en respectant bien les indications des figures, sans oublier que, s'agissant de composants non polarisés, le sens de montage est indifférent.

Insérez les deux transistors **Q1** et **Q2** comme indiqué, réalisez les «straps» et insérez-les. Alimentez le circuit avec une tension continue de **5 V** et, après avoir relié au fil **OUT** un **oscilloscope**, la forme d'onde de sortie étant celle que vous voyez sur la figure du haut. Comme vous pouvez le voir, la fréquence de référence est égale à **473 Hz**, une valeur proche de celle calculée et simulée.





éditions Dunod, 2011, 656 pages : ISBN-10: 2100569139 ISBN-13: 978-2100569137 : en français (un des rares), disponible en neuf chez Amazon. Gros volume très complet s'adressant à des étudiants, édité par la célèbre maison Dunod – la référence des éditions techniques.

Bruit dans les résistances : simulation

Le bruit dans les circuits électroniques est un des phénomènes les plus insidieux et indésirables. La simulation est d'une aide précieuse pour en évaluer l'incidence.

Pour le moment, nous nous limitons à une simple évocation introductive en complément de l'article «**Le bruit des résistances**» publié dans ce même numéro d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**.

Vous pouvez voir à la figure 27 le schéma que nous avons utilisé, où un générateur sinusoïdal (idéal : exempt de bruit) pilote une résistance **R1** de **1 k**. Nous faisons l'analyse dans la bande **0-22 kHz**. Au point de sortie on a l'étiquette **Out** que nous utiliserons au moment du paramétrage de la simulation.

Pour savoir quel paramétrage réaliser, prenez comme référence la figure 28. **Output : V(Out)** est le point où l'on veut analyser le bruit.

Input : V1 est le générateur par rapport auquel on effectue la mesure du bruit.

Type of Sweep : Octave.

Number of points per octave : 100, dépend de la précision qui vous intéresse.

Start Frequency : **1** car ce doit être un nombre positif.

Stop Frequency : **22 kHz**.

Vous pouvez voir sur la figure 29 le résultat de la simulation (en vert sur le graphique). Il est d'environ **4,06 nV/√Hz** ce qui est une notation équivalente à **nV/√Hz** ; cette valeur doit être multipliée par \sqrt{B} où **B** est la bande qui vous intéresse.

Une remarque importante : l'analyse est faite par défaut à **25 °C**. Pour des températures différentes, il faut utiliser la commande **.step**.

Dans la figure 30, par exemple, nous l'avons utilisée pour effectuer la simulation à 3 températures, **25-50-100 °C** :

.step temp list 25 50 100

Note : lors des prochaines leçons nous vous reparlerons de cette importante commande Spice.

Vous pouvez voir à la figure 30 que, comme nous nous y attendions, quand

la **température augmente le bruit thermique augmente** aussi.

Inducteurs (mutuellement) couplés

Pour simuler des transformateurs, il existe différentes méthodes, la plus courante étant d'utiliser des inducteurs mutuellement couplés.

Comme vous pouvez le voir figure 31, nous avons deux inducteurs **L1** et **L2** couplés.

Le **coefficient K** doit être compris entre **0** et **1**. Le point sur l'inducteur indique la polarité de l'enroulement.

Supposons que nous ayons **deux inducteurs** couplés avec rapport de spires de **1 : 3** et une inductance primaire d'une valeur de **100 µH**. Calculons l'inductance du secondaire sachant qu'elle est proportionnelle au carré du rapport de spires :

$$L2 = L1 \times (N2 : N1)^2 = 100 \times (3)^2 = 900 \mu\text{H}$$

À la figure 32 on a placé deux inducteurs (un pour chaque enroulement) :

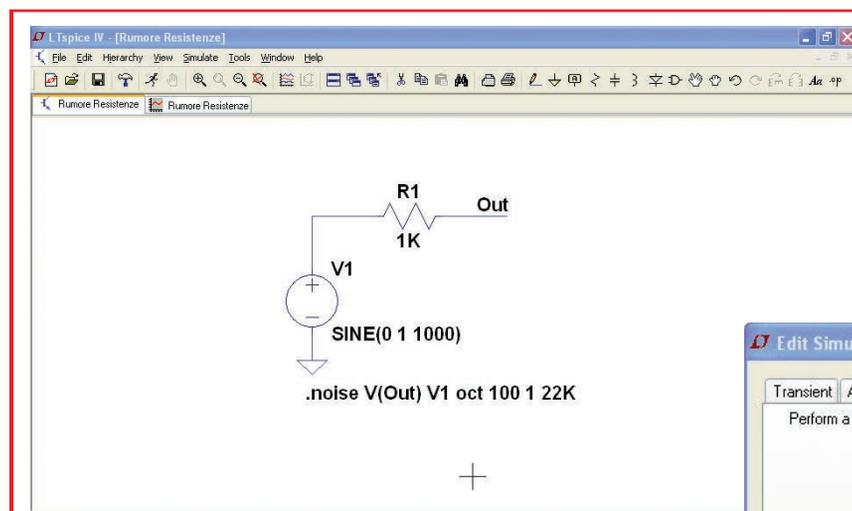


Figure 28 : Paramétrage des différents champs pour l'analyse du bruit. En particulier on note comment le point **Out** est choisi en «**Output**».

Figure 27 : Schéma utilisé pour analyser le bruit d'une résistance de 1 k, la bande d'analyse va de 1 Hz à 22 kHz.

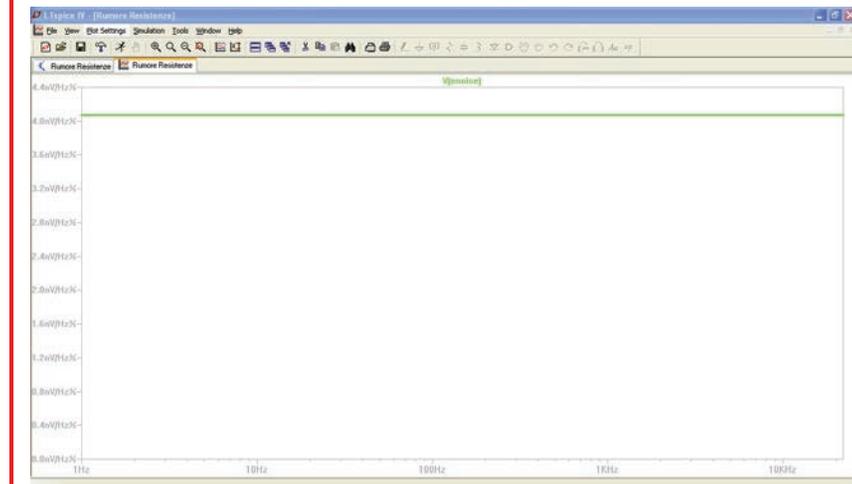
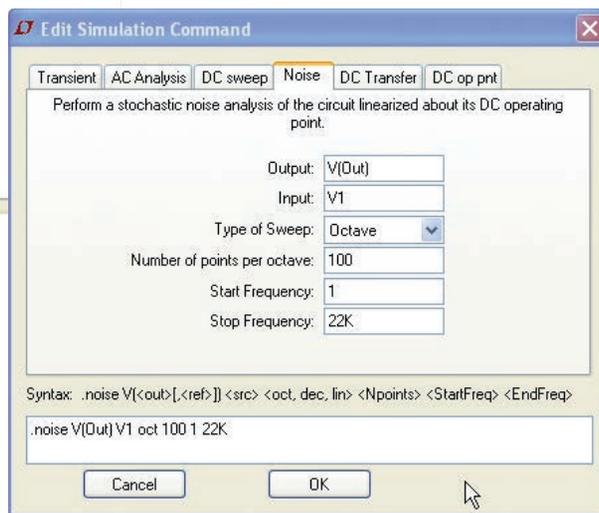


Figure 29 : Le bruit produit par la résistance **R1** est représenté ici graphiquement et sa valeur est d'environ **4,06 nV/√Hz** à **25 °C**.

Figure 30 : Le graphique représente le bruit produit par R1 aux températures de 25-50-100 °C. On remarque que le bruit augmente avec l'augmentation de la température. Regardez sur le schéma l'utilisation de la commande .step

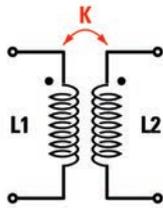
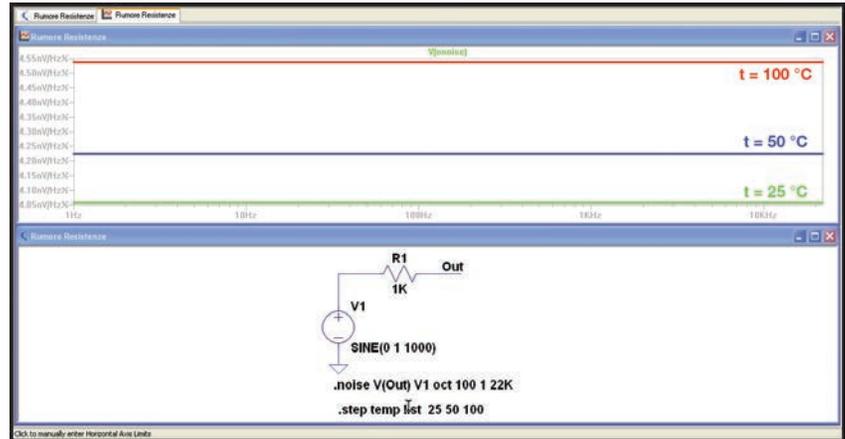


Figure 31 : Les deux inducteurs couplés L1-L2 et le facteur de couplage K qui en indique la qualité.

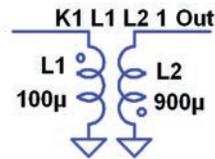
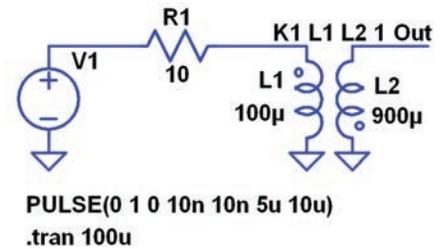


Figure 32 : Représentation de deux inducteurs couplés en LTSpice en utilisant la commande K.



PULSE(0 1 0 10n 10n 5u 10u)
.tran 100u

Figure 33 : Schéma utilisé pour tester le modèle du transformateur.

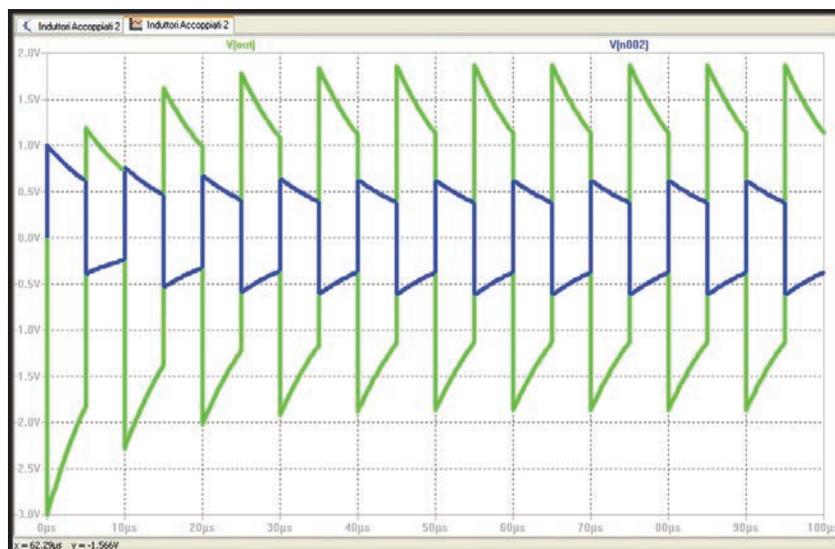


Figure 34 : Graphique de la tension d'entrée et de sortie du transformateur. Les tensions sont en rapport 1:3 comme nous nous y attendions.

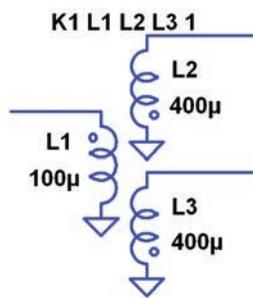
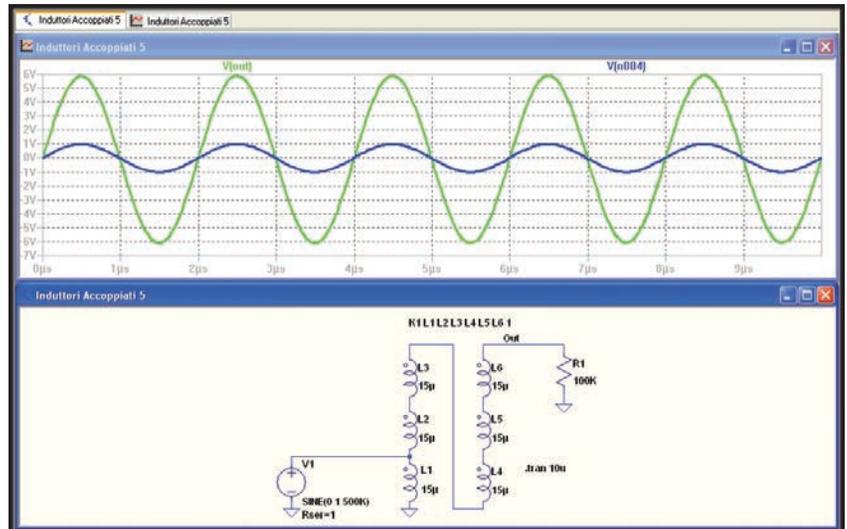


Figure 35 : Modèle de transformateur avec rapport de transformation 1:2 à trois enroulements.

Figure 36 : Modèle d'autotransformateur avec rapport 1:6 et allure des tensions d'entrée et de sortie.



L1 = 100 µH et L2 = 900 µH

Nous indiquons leur couplage avec la commande Spice **K1 L1 L2 1**.

Dans ce cas nous avons utilisé **K = 1**, en supposant que le transformateur est idéal, sans inductance dispersive et avec des enroulements en opposition de phases.

Pour tester le circuit nous le pilotons avec un générateur à onde carrée **V1** (voir figure 33).

La résistance **R1** a été insérée pour faciliter la simulation ; en général il faut insérer aussi la partie résistive de chaque enroulement.

Regardons la figure 34 : nous voyons les formes d'onde à l'**entrée** du transformateur (en bleu) et à sa sortie **Out** (en vert). Le rapport entre les amplitudes est d'environ **trois fois** - comme supposé.

On se sert maintenant d'un **transformateur** avec un primaire **L1** de **100 µH** et deux secondaires **L2, L3** avec rapport de transformation **1 : 2** pour les deux.

Comme nous l'avons vu précédemment, l'inductance du secondaire vaut :

$$L2 = L3 = L1 \times (N2 : N1)^2 = 100 \times (2)^2 = 400 \mu H$$

Continuons comme précédemment, construisons notre transformateur avec trois enroulements (voir figure 35).

Dans le CDRom vous trouverez même un fichier appelé **Inducteurs Couplés 4** que vous pourrez utiliser pour simuler ce transformateur.

Maintenant nous allons construire le modèle d'un autotransformateur avec **L1 = 15 µH** et avec rapport de transformation de **1 : 6**.

Vous pouvez voir figure 36 comment il est construit en utilisant six inductances égales. En fait l'autotransformateur est constitué de 6 enroulements identiques bobinés sur le même noyau, par conséquent nous pouvons écrire **K1 L1 L2 L3 L4 L5 L6 1**.

La figure 35 vous montre que la polarité des enroulements est identique pour les trois et que la tension de sortie est

de **6 fois** supérieure à celle de l'entrée. Ce procédé générique peut être adopté pour modéliser les transformateurs radiofréquence (RF), les transformateurs pour alimentations à découpage et les transformateurs de sortie pour amplificateurs à lampes.

Dans le prochain numéro d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** nous poursuivrons ces considérations à propos des transformateurs : comment utiliser les modèles de composants en trois parties et comment employer **LTSpice** en radiofréquence.

Comment se procurer ce logiciel

Le CD-Rom **CDR01.9** contenant le programme LTSpice et les schémas présentés dans l'article sont disponibles auprès de certains de nos annonceurs. De même pour les différentes versions du **Minilab**. Voir les publicités dans la revue.

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/121.zip> ♦

VENEZ VISITER

LE NOUVEAU SITE INTERNET DE COMELEC

www.comelec.fr

Des milliers d'articles vous attendent

The screenshot displays the COMELEC website interface. At the top left is the logo "COMELEC Matériel électronique". To the right are navigation icons for "contact", "plan du site", and "favoris", along with a search bar labeled "Rechercher". Below the search bar, it says "Bienvenue, identifiez-vous" and "Votre compte" with a shopping cart icon labeled "Panier : (vide)".

A horizontal menu below the header lists various product categories: Kits Électroniques, Modules Radio & GSM, Outillage Accessoires Coffrets, Composants Câbles Connectiques, Alimentations Batteries, Électricité & Énergie Renouvelable, Mesure & Laboratoire, Auto Moto Vélo, Sécurité & Domotique, Son / Lumière & Système éclairage, and Gadgets Loisirs Déco.

The main content area features a breadcrumb trail: "Accueil > Kits Électroniques > Émetteurs & Récepteurs audio / vidéo > Émetteur & Récepteur Audio / Vidéo". Below this is a search bar containing "ÉMETTEUR & RÉCEPTEUR AUDIO / VIDÉO". A central image shows a radio transmitter/receiver kit.

On the left side, there are two vertical panels: "MEILLEURES VENTES" featuring an "Antenne Active Variateur électronique de vitesse pour perceuse UN MODULATEUR PWM Télécommande 4 canaux 3750" and "DÉJÀ VUS" featuring "Station... Station d'accueil pour iPhone/iPod avec...", "Station... Station d'accueil stéréo sans fil pour...", and "SYSTÈME DE... Réf. : CAMSET21".

On the right side, there are three vertical panels: "PANIER" showing "Aucun produit", "Expédition 0,00 €", and "Total 0,00 €"; "PROMOTIONS" featuring a "Système embarqué à microcontrôleur" with a 30% discount; and "SITES PARTENAIRES" listing "Electronique Magazine".

The bottom of the main content area shows two product listings:

- EMETTEUR AUDIO/VIDEO RADIOCOMMANDE**
Version Kit : ET299 Version Montée : ET299KM
PRIX RÉDUIT ! 45,36 €
- MINI EMETTEUR DE TV POUR LES BANDES UHF OU VHF**
Version Kit : ET368 Version Montée : ET368KM
PRIX RÉDUIT ! 66,50 €

Flashez ce QR code avec votre smartphone pour accéder directement à notre site



OUTILLAGES - ACCESSOIRES - COFFRETS

STATION DE SOUDAGE RÉGLABLE
48W 150 - 450°C
VTSS4N 17,90 €



STATION DE SOUDAGE
À ÉLÉMENT DE CHAUFFE CÉRAMIQUE
60W - 150-450°C
VTSSC60 120,00 €



NETTOYEUR POUR FER
A SOUDER
VTSTC 9,40 €



POMPE À DESSOUDER
VTD4 2,50 €



CHALUMEAU À GAZ
PROFESSIONNEL
GASMTPRO 50,00 €



TROISIÈME MAIN AVEC LOUPE,
LAMPE LED ET SUPPORT
POUR FER À SOUDER
VTHH3 17,90 €



GRAVEUSE VERTICALE
AVEC POMPE ET RÉSISTANCE
ET20 107,00 €



JEU DE 4 PINCES BRUCELLES
ANTISTATIQUES
VTTWSET2 3,70 €



PERCEUSE DE PRÉCISION
+ 66 ACCESSOIRES
VTHD06 28,90 €



JEU D'OUTILS - 41 PCS
VTSET28 17,65 €



STATION DE RÉPARATION
POUR CMS
VTSS100 167,00 €

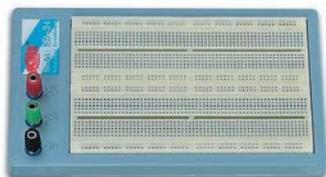


EXTRACTEUR DE CIRCUIT
INTÉGRÉ (FORMAT DIL)
VTIC 1,80 €



OUTILLAGES - ACCESSOIRES - COFFRETS

**PLAQUE DE CONNEXIONS
SANS SOUDURE 1680 TROUS**
SD24N 21,00 €



**COFFRET EN PLASTIQUE
MOULE - GRIS FONCE**
150 X 80 X 60MM
G418 6,40 €



disponibles
en plusieurs
dimensions

LAMPE-LOUPE LED
3 + 12 DIOPTRIES
4~5.5W - 60 PCS - BLANC
VTLLAMP3W 42,00 €



MINI PLAQUE D'ESSAI (COULEUR AU CHOIX)
BBMINI (W) (B) (R) (V) 3,50 €



JEU DE TOURNEVIS DE PRÉCISION
28 EN 1
VTBT15 23,90 €



BOÎTE DE 20 FRAISES DIAMANTÉES
VTHDS2N 3,90 €



**PERCEUSE DE PRÉCISION
+ 162 ACCESSOIRES**
VTHD05 45,00 €



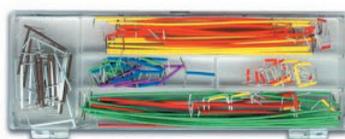
JEU DE 3 PINCES
VT33N 11,50 €



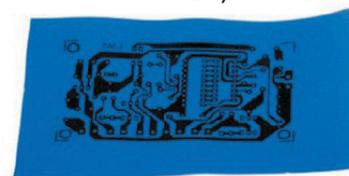
KIT D'INITIATION AU SOUDAGE
EDU03 31,00 €



**STRAPS POUR PLAQUES
DE CONNEXIONS SANS SOUDURE**
WJW70 6,40 €



PNP BLUE (LOT DE 5)
PNP 5 18,75 €



JEU DE 100 EMBOUTS
VTBT11 13,00 €



OUTIL MULTIFONCTIONS
VTMPP5 8,50 €



**JEU DE 6 TOURNEVIS
DE PRÉCISION ('STAR')**
VTSET30 5,90 €



SÉCURITÉ & DOMOTIQUE

SYSTÈME DE SURVEILLANCE VIDÉO SANS FIL

CP359 379,50 €



VIDÉO-SURVEILLANCE SANS FIL AVEC 4 CAMÉRAS CMOS AVEC IR

CP295 210,00 €



VIDÉOSURVEILLANCE 7» LCD ENREGISTREUR NUMÉRIQUE H264

+ 4 CAMÉRAS + DISQUE DUR 500GO
CCTVPROM10 579,00 €



ENREGISTREUR NUMÉRIQUE H.264 À 8 CANAUX + ETHERNET + USB + VGA + EAGLE EYES

DVR8H1 319,00 €



VIDÉOSURVEILLANCE: DVR H.264 + 4 CAMÉRAS IR + ACCESSOIRES

CCTVPROM11 597,30 €



SYSTÈME DE RECUIL 3 CANAUX + CAMÉRA COULEUR

CAMSET21 268,00 €



VIDÉO SURVEILLANCE: DVR H.264 + 2 CAMÉRAS IR ET 2 CAMÉRAS DÔME + ACCESSOIRES + HD 500GO + EAGLE EYES

CCTVPROM8 589,00 €



SYSTÈME DE SÉCURITÉ SANS FIL

HAM1000WS 124,60 €



ENREGISTREUR NUMÉRIQUE FULL FRAME H.264 À 4 CANAUX + ETHERNET + USB + VGA + EAGLE EYES

DVR4H3 248,00 €



SYSTÈME D'ALARME SANS FIL

HAM06WS 202,80 €



SYSTÈME SANS FIL 2.4GHZ AVEC CAMÉRA COULEUR À LED IR RÉSISTANT AUX INTEMPÉRIES

AVMOD16N1 145,00 €



ENREGISTREUR NUMÉRIQUE À 2 CANAUX AVEC CARTE SD

DVRSD1 144,00 €



COMELEC

CD 908 - 13720 BELCODÈNE Tél. : 04 42 70 63 90 Fax : 04 42 70 63 95 www.comelec.fr

SÉCURITÉ & DOMOTIQUE

**CONVERTISSEUR VIDÉO
VERS VGA**
VASMON3 73,70 €



**CONVERTISSEUR VGA
VERS VIDÉO**
VASMON4 52,55 €



BOUTON DE SECOURS/PANIQUE
HAM06WS/MEDICAL 8,40 €



**DETECTEUR DE MONOXYDE
DE CARBONE A BATTERIE**
R212 59,00 €



**DETECTEUR D'INCENDIE A
BATTERIE POUR CUISINE
ET GARAGE**
ER210 26,00 €



**DETECTEUR DE FUMEE A
BATTERIE LONGUE DUREE**
ER208 34,00 €



**SIRENE D'EXTERIEUR
128DBM**
SI-128 105,00 €



**DETECTEUR DE METHANE
SUR SECTEUR 230VAC**
ER213 85,00 €



CONTACTS MAGNETIQUES
CAF-1 2,52 €



**AIMANT DE PORTE
POUR HAM06WS**
HAM06WS/MAGNET
8,40 €



TRANSPONDEUR CARTE TAG-2 5,50 €
TRANSPONDEUR PORTE-CLÉS TAG-1 5,50 €
CARTE MAGNETIQUE BDG01 1,10 €



CAPTEUR INFRAROUGE
SE2-05 38,70 €



**CAPTEUR PIR
MINIATURE**
SRP PLUS 31,00 €



**CAPTEUR DE PORTE / FENÊTRE
SANS FIL POUR HAM1000WS**
HAM1000WS/DWS 41,30 €



**SIRENE MAGNETODYNAMIQUE
108 DBM**
SI-CR86 21,00 €



**DIGICODE NUMÉRIQUE AUTONOME
ANTI-VANDALISME,
RÉSISTANT AUX INTEMPÉRIES
RÉTRO-ÉCLAIRAGE, 2 CANAUX**
HAA2850 137,00 €



**COFFRE-FORT À EMPREINTE
DIGITALE ÉLECTRONIQUE**
SSE038F2 235,00 €



COFFRE-FORT ELECTRONIQUE
SSE017 45,00 €



AUTO - MOTO - VELO

**SYSTÈME DE REcul 3 CANAUX
+ CAMÉRA COULEUR
CAMSET21 220,00 €**



**SYSTEME VIDEO DE REcul
N/B A 2 CANAUX
CAMSET5N 104,30 €**



**CAMÉRA DE REcul AVEC ECRAN
COULEUR - À ENCASTRER
CAMSET27 129,00 €**



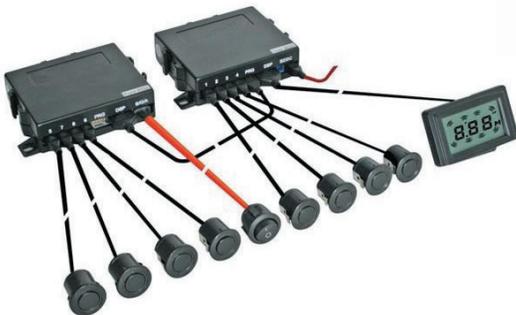
**SYSTÈME D'AIDE AU STATIONNEMENT
CAMÉRA, MONITEUR, RONFLEUR + 4
CAPTEURS SPBS7 215,00 €**



**ANTENNE D'INTÉRIEUR RÉCEPTION
TNT - POUR VITRE ARRIÈRE
ANDDVBT2 20,00 €**



**SYSTÈME D'AIDE AU
STATIONNEMENT CAPTEURS
ANTÉRIEURS & POSTÉRIEURS +
AFFICHEUR LCD SPBS8 178,80 €**



**SYSTEME VIDEO
DE REcul SANS FIL
CP346 196,00 €**



**TABLETTE RABATTABLE
POUR VOITURE
AMUTR 17,50 €**



**RADAR DE REcul AVEC
RONFLEUR ET 4 CAPTEURS
SPBS5 34,00 €**



**FICHE ALLUME-CIGARES 4-EN-1
+ INDICATION DE CHARGE
PLUGC4F 8,00 €**



**FUSIBLES HAUTE PUISSANCE,
RAPIDES 70A V CHA002/70
5,60 €**



**CHARGEUR DE BATTERIE
À L'ACIDE DE PLOMB 12V
AC06 37,80 €**



**ASSORTIMENT DE 10
FUSIBLES AUTOMOBILE AVEC
VOYANT LUMINEUX (7.5 - 30A)
BLAFUL 3,80 €**



**AMPOULE LED DE VOITURE
12V, 12 LEDS
JAUNES ACLL06Y 2,93 €
BLANCHES ACLL06W 7,20 €**



COMELEC

CD 908 - 13720 BELCODÈNE Tél. : 04 42 70 63 90 Fax : 04 42 70 63 95 www.comelec.fr

Photos non contractuelles. Publicité valable pour le mois de parution. Prix exprimés en euro toutes taxes comprises. Sauf erreurs typographiques ou omissions.

Comelec 12 / 2012

AUTO - MOTO - VELO

**AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE
POUR VOITURE 2 X 100W
K3503/KM 109,86 €**



**CONVERTISSEUR À DÉCOUPAGE
POUR VOITURE 70W
CARS3500S 19,40 €**



**CONVERTISSEUR A DECOUPAGE
POUR VOITURE 2000mA
CARS2000 11,80 €**



**ADAPTATEUR POUR CD/MP3/MD
CDCA 7,30 €**



**CONVERTISSEUR À DÉCOUPAGE
POUR VOITURE 150W
CARS7500 48,00 €**



**2 HAUT-PARLEURS CONIQUES 6,5 diam.
AVEC GRILLES & RESISTANT A L'EAU
120W / 8 OHM (1 PAIRE)
VDSWPS6N 34,80 €**



**INTERPHONE BTNEXT TWIN
POUR MOTO
BTNEXTTWIN 544,60 €**



**INTERPHONE MOTO
INTERCOM 50,80 €**



**DOUBLE ADAPTATEUR
À LED POUR FICHE
ALLUME-CIGARES - 12V
PLUGC14 4,75 €**



**PAGER UNIVERSEL
AVEC ALARME
HAMPAG 252,00 €**



**FEU ARRIÈRE POUR
VÉLO - 5 LED ROUGES
EBL4 16,80 €**



**ALIMENTATION MOBILE 70W
POUR PC PORTABLE
RMSAP70C 10,00 €**



**LAMPE PUISSANTE
LED DE 0.5W
EBL6 24,50 €**



**ORDINATEUR DE BICYCLETTE A
15 FONCTIONS
+ ALIMENTATION SOLAIRE
BC15S 13,40 €**



**ÉCLAIRAGE DE BICYCLETTE
LED 1W ZLLBL8 9,80 €**

**KIT D'ÉCLAIRAGE LED
POUR BICYCLETTE
ZLBL4 5,80 €**

**ÉCLAIRAGE DE CAMPING MAGNÉTIQUE
AVEC CROCHETS / 60 LED ZLLC2 20,00 €**



PASSEZ VOS COMMANDES DIRECTEMENT SUR NOTRE SITE : www.comelec.fr

CHARGEZ les NiCd et NiMH avec votre ALIMENTATION

Le chargeur pour batteries au Nickel Cadmium et Nickel Métal Hydrure que nous vous proposons, permet de s'affranchir définitivement du recours aux traditionnelles piles alcalines «utiliser/jeter» (jetables). Il s'agit d'une manière intelligente et écologique de produire de l'énergie «portative» à un coût véritablement bas, en utilisant le 12 V prélevé sur la batterie de la voiture ou à partir de n'importe quelle alimentation stabilisée.



Les batteries au **NiCd** et **NiMH rechargeables** sont désormais présentes dans beaucoup d'appareils d'utilisation quotidienne, notebook, appareils numériques, Mp3, ipod, etc., soit pour l'amélioration des prestations en termes de durée, soit pour leur prix bien plus bas que celui des piles traditionnelles.

Toutefois, le choix entre les divers types est souvent conditionné par le modèle de chargeur de batteries dont on dispose. La plupart du temps, en effet, nous sommes contraints de choisir un certain type de batterie, pas tant parce qu'il convient bien à notre application que parce qu'il est adapté au chargeur de batteries que nous possédons.

Un des avantages offerts par le contrôle de charge que cet article vous propose de construire est justement qu'il est universel, c'est-à-dire qu'il accepte tous les formats et permet

de recharger **n'importe quel type** de batterie qu'elle soit au **NiCd** ou au **NiMH** (bâton, mini bâton, 9 V, etc.), simplement en la reliant aux contacts du porte-batterie.

Et ce n'est pas tout : avec notre montage, il est possible aussi d'utiliser n'importe quel type d'alimentation en entrée. Cela vous permettra de «recycler» également cette vieille alimentation depuis longtemps abandonnée dans un coin du labo parce que l'appareil qu'elle alimentait ne fonctionne plus, ou parce que vous l'avez remplacée par une plus puissante.

Pour alimenter ce contrôle de charge, en effet, vous pourrez recourir à n'importe quelle source de tension, de l'alimentation d'un vieux téléphone mobile à la batterie de la voiture, moyennant une seule condition : que l'alimentation utilisée ne fournisse pas une tension maximale inférieure à celle des batteries à recharger.

Ce montage offre même un troisième avantage : en effet, en insérant les batteries rechargeables à l'intérieur du châssis de l'appareil que vous souhaitez alimenter, chaque fois que vous devrez les recharger, vous pourrez le faire simplement au moyen d'un banal jack ou connecteur extérieur relié à notre chargeur de batteries.

Vous éviterez ainsi d'avoir à démonter le couvercle, enlever les batteries, les mettre dans le chargeur de batteries et attendre avec l'appareil ouvert que la charge soit terminée.

Comme le met en évidence la photo de la figure 1, nous avons pu nous-mêmes apprécier le côté pratique de ce chargeur, en l'adoptant pour charger les éléments insérés dans notre **Compteur Geiger multifonction EN1710** publié dans les numéros **105-106** d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**, mais vous pourrez bien sûr l'utiliser avec bien d'autres appareils de votre réalisation.

Petit aperçu sur les batteries au NiCd et NiMh

Nous utilisons tous indifféremment les termes pile ou batterie pour désigner un dispositif capable de fournir de l'énergie électrique en partant d'une transformation chimique. En réalité il est préférable de faire des distinguos et de nommer «**piles**» un élément **non rechargeable** et «**accumulateur**» un élément **rechargeable**.

L'accumulateur de la voiture et du téléphone mobile sont des exemples de batteries **rechargeables**. Toutes les piles alcalines sont des éléments **non rechargeables**. Les formats les plus courants disponibles dans le commerce sont :

AA-bâton, AAA-mini bâton, AAAA-micro bâton, C-demi torche, D-torche.

Les accumulateurs disponibles dans le commerce si présentent «physiquement» comme des piles non rechargeables normales, avec pour unique limite de fournir une tension inférieure : **1,2 V/élément** contre **1,5 V/élément** pour la pile.



Figure 1 : Parmi les multiples utilisations de ce chargeur, nous vous signalons la possibilité de l'utiliser couplé avec notre **Compteur Geiger EN1710 (ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE numéros 105-106)** alimenté avec 5 piles rechargeables type bâton, dans lequel nous avons, pour cette raison, prévu une prise extérieure de recharge des batteries. Vous pourrez ainsi recharger les batteries toutes les fois où ce sera nécessaire au moyen d'un simple connecteur extérieur, sans devoir démonter le couvercle du boîtier.

Il faut cependant avoir à l'esprit que la capacité de débiter du courant lors d'un cycle de travail normal subit de la part des accumulateurs des atténuations mineures, alors que celle des piles jetables («utiliser/jeter») **décroit** progressivement (voir graphes des figures 2-3).

Chaque batterie est caractérisée par deux paramètres mesurés en **V** et en **A/heure (Ah)** ou en **mA/heure (mAh)**.

Les **V** indiquent la **tension** fournie par la batterie. Les **A/h** indiquent la **capacité** de la batterie, c'est-à-dire la quantité de charge électrique pouvant être emmagasinée (**1 Ah** équivaut à **3 600 Coulombs**).

Pour obtenir l'énergie en **W/heure**, il est nécessaire de multiplier la capacité en **A/h** par la tension nominale. Une batterie de **1 Ah** peut fournir un courant de **0,1 A** pendant dix heures avant de se décharger.

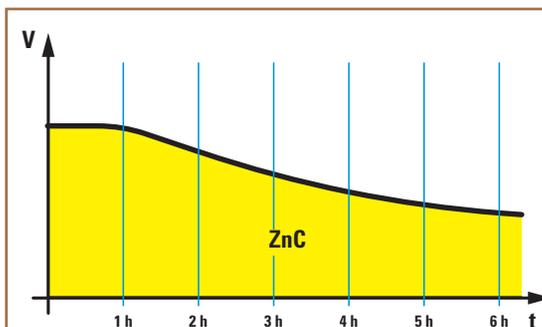


Figure 2 : Ce graphique montre la capacité à fournir du courant lors d'un cycle normal de travail de la part des piles zinc charbon **décroit** dans le temps progressivement.

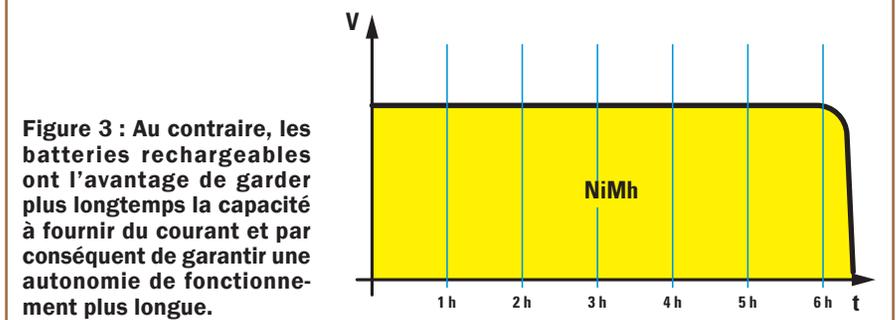


Figure 3 : Au contraire, les batteries rechargeables ont l'avantage de garder plus longtemps la capacité à fournir du courant et par conséquent de garantir une autonomie de fonctionnement plus longue.

Les BATTERIES RECHARGEABLES ? un CHOIX OBLIGATOIRE !



Au delà des indubitables aspects pratiques liés à l'utilisation d'un chargeur de batteries comme celui que nous vous proposons, il en est un autre en faveur de ce type de dispositif et de sa diffusion. Nous pensons qu'il est de notre devoir de le divulguer et d'attirer votre attention de lecteurs : il est nécessaire d'encourager l'abandon de l'utilisation non discriminée des piles jetables, dont l'accumulation (sans jeu de mot) contribue à répandre dans l'environnement des substances certainement plus dangereuses pour la nature et la santé.

Dans un monde comme le notre, dans lequel les déchets représentent un des plus graves problèmes environnementaux, il est important en effet que chacun de nous reconsidère ses propres choix et ses propres attitudes quotidiennes qui sont à la base de l'augmentation exponentielle du volume des déchets produits et de la contamination environnementale qui en découle.

La prévention, c'est-à-dire la réduction en amont des déchets, est l'action fondamentale devant constituer la priorité absolue de chaque citoyen.

Nos comportements quotidiens peuvent en effet favoriser une gestion soutenable des déchets. Notre prise de conscience, au moment d'effectuer nos achats et ensuite au moment où nous devons nous séparer des produits usagés, revêt donc une importance toujours plus grande.

Et comme il faut un début à tout, commençons à nous habituer à acheter des batteries rechargeables de bonne qualité, réutilisables pour des milliers de cycles de charges/décharges. Et nous n'oublierons pas, une fois épuisées, hors service, de les jeter à la déchèterie dans le conteneur prévu à cet effet.

En plus de ces motivations, qui ne pourraient être jugées non pertinentes par rapport à notre environnement que par un regard superficiel, il y en a d'autres qui sont de nature plus spécifiquement techniques et pragmatiques et qui rendent le choix des batteries rechargeables de toute évidence avantageux.

Les batteries rechargeables en effet :

- coûtent moins cher que les piles jetables, en effet, avec un prix d'achat légèrement supérieur, elles peuvent être réutilisées de 500 à 2 000 fois avec des coûts de recharge infinitésimaux ;
- elles ne se détériorent pas rapidement et ne laissent pas couler des acides dangereux quand, déchargées, elles sont jetées (recyclées en déchèterie) ;
- elles peuvent même être oubliées pendant de longues périodes dans les appareils sans danger pour ces derniers ;
- leur utilisation est toujours conseillée et ce pour n'importe quel appareil, des appareils numériques les plus modernes, comme les lecteurs Mp3, les ipod, etc., jusqu'à la télécommande ou la lampe de poche, ce qui nous libère de la nécessité de choisir dans une gamme infinie de piles ou d'acheter de coûteuses piles spéciales.

Nous sommes conscients du fait que souligner les motifs de favoriser ce choix peut paraître dérisoire en comparaison des problèmes beaucoup plus graves qui se posent aujourd'hui avec une acuité «n'échappant» (!) qu'à ceux qui ont intérêt à les nier (climato sceptiques...).

Mais l'esprit qui nous guide est pleinement conscient du fait que le geste individuel le plus simple, probablement fait au même moment par des millions de personnes de par le monde, suivi d'une myriade d'autres précautions et attentions que nous pouvons avoir tout au long de la vie de tous les jours..., tout cela peut contribuer à répandre un modèle comportemental parmi ceux qui nous entourent et à créer un nouvel ordre écologique, non pas imposé d'en haut par un nouveau «Big Brother», mais librement consenti (et avec joie) par la société civile.

Bref la société écologique sera le résultat de milliards de petits gestes, en eux-mêmes insignifiants, dont le choix de remplacer les piles jetables par des batteries rechargeables fait modestement partie.

En réalité, la capacité réelle est étroitement liée au taux de déchargement, décroissant avec l'augmentation du courant demandé. C'est pourquoi habituellement une batterie de **1 Ah** ne peut pas fournir tout à fait **1 A** pendant **1 heure**.

Si sur le boîtier de la batterie une valeur de **2 500 mA** est indiquée, cela signifie que cette batterie peut fournir théoriquement **0,25 A** pendant environ **10 heures**. Presque tout liquide ou matériau humide possédant des caractéristiques **ioniques** lui permettant d'être électriquement conducteur peut servir d'électrolyte pour une pile.

Pour démontrer cela, dans le premier volume du Cours «**Apprendre l'Électronique en Partant de Zéro**», nous avons proposé une expérimentation, intéressante et simple, consistant à réaliser une pile domestique rudimentaire.

En insérant dans une tranche de citron deux barrettes métalliques, une en cuivre et une en zinc, nous avons obtenu une différence de potentiel d'environ **1 V** et une capacité de courant juste suffisante pour alimenter une montre à cristaux liquides.

Le même effet peut être obtenu en enfonceant les électrodes en métal dans une pomme de terre, ou en les plongeant dans un verre contenant une boisson, etc.

Ces piles «domestiques» ne sont cependant pas d'une grande utilité pratique parce qu'elles produisent peu de courant et qu'elles coûtent bien plus cher à l'unité d'énergie produite que les batteries du commerce, car il faut remplacer fréquemment le fruit ou le légume mis en œuvre.

Revenons aux accumulateurs et disons d'emblée qu'on les distingue par leur composition chimique.

Nickel Cadmium

Les batteries **NiCd** contiennent une électrode positive d'**hydroxyde de Nickel**, une électrode négative de **hydroxyde de Cadmium**, un séparateur et un électrolyte **alcalin**.

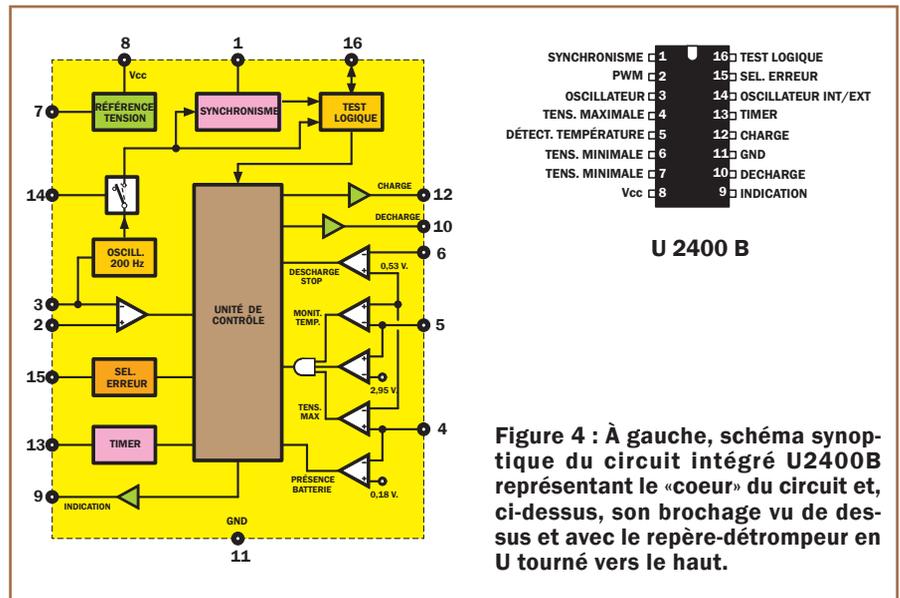


Figure 4 : À gauche, schéma synoptique du circuit intégré U2400B représentant le «coeur» du circuit et, ci-dessus, son brochage vu de dessus et avec le repère-détrompeur en U tourné vers le haut.

Normalement elles se présentent comme un boîtier métallique avec une plaque supérieure scellée et une valve de sécurité étanche lors du fonctionnement régulier (comme une soupape de sécurité).

Les électrodes, complètement isolées au moyen du séparateur, sont enroulées en spirale à l'intérieur du boîtier.

Ce type de batteries est utilisé dans beaucoup d'appareils parmi lesquels, actuellement, presque tous les types de perceuses et d'aspirateurs sans fil portables fonctionnant sur batterie.

Nickel Métal Hydrure

Les batteries **NiMh** sont semblables aux **NiCd**, mais beaucoup moins toxiques car elles sont dépourvues de **Cadmium** qui est un métal lourd hautement polluant et caractérisé par une capacité plus élevée. Depuis leur mise sur le marché, en 1990, les piles **NiMh** ont conquis une grande part du marché.

Toutefois, les **NiCd** présentent trois principaux avantages sur les **NiMh**. Avant tout, leur coût est plus bas. En second lieu, leur facteur de décharge automatique. Enfin, le voltage se maintient constant de telle manière que les appareils peuvent fonctionner normalement jusqu'au bout.

Ce mystérieux «effet mémoire»

Beaucoup de gens affirment que les accumulateurs **NiCd** présentent le fameux «effet mémoire» et que leur capacité totale de charge **diminue** si on les recharge avant qu'ils ne soient complètement déchargés.

Certains pensent que cela est avancé sans preuve simplement pour vendre les «nouveaux» accumulateurs **NiMh**, lesquels semble-t-il souffrent beaucoup moins de ce phénomène.

Beaucoup de constructeurs de batteries Nickel-Cadmium le nient.

Le fameux «**lazy battery effect**» («effet de la batterie fatiguée») est un effet très semblable à l'effet mémoire. Il s'agit du résultat de **surcharges** répétées et le symptôme en est que la batterie paraît être complètement chargée, mais elle se décharge immédiatement après une période d'utilisation très brève.

Les conseils pour garantir une longue vie aux batteries sont essentiellement au nombre de deux : les utiliser «jusqu'au bout» ou sinon les recharger **correctement** en utilisant un chargeur de batteries comme le notre.

En effet, si dans la batterie que nous utilisons est resté un résidu de charge,

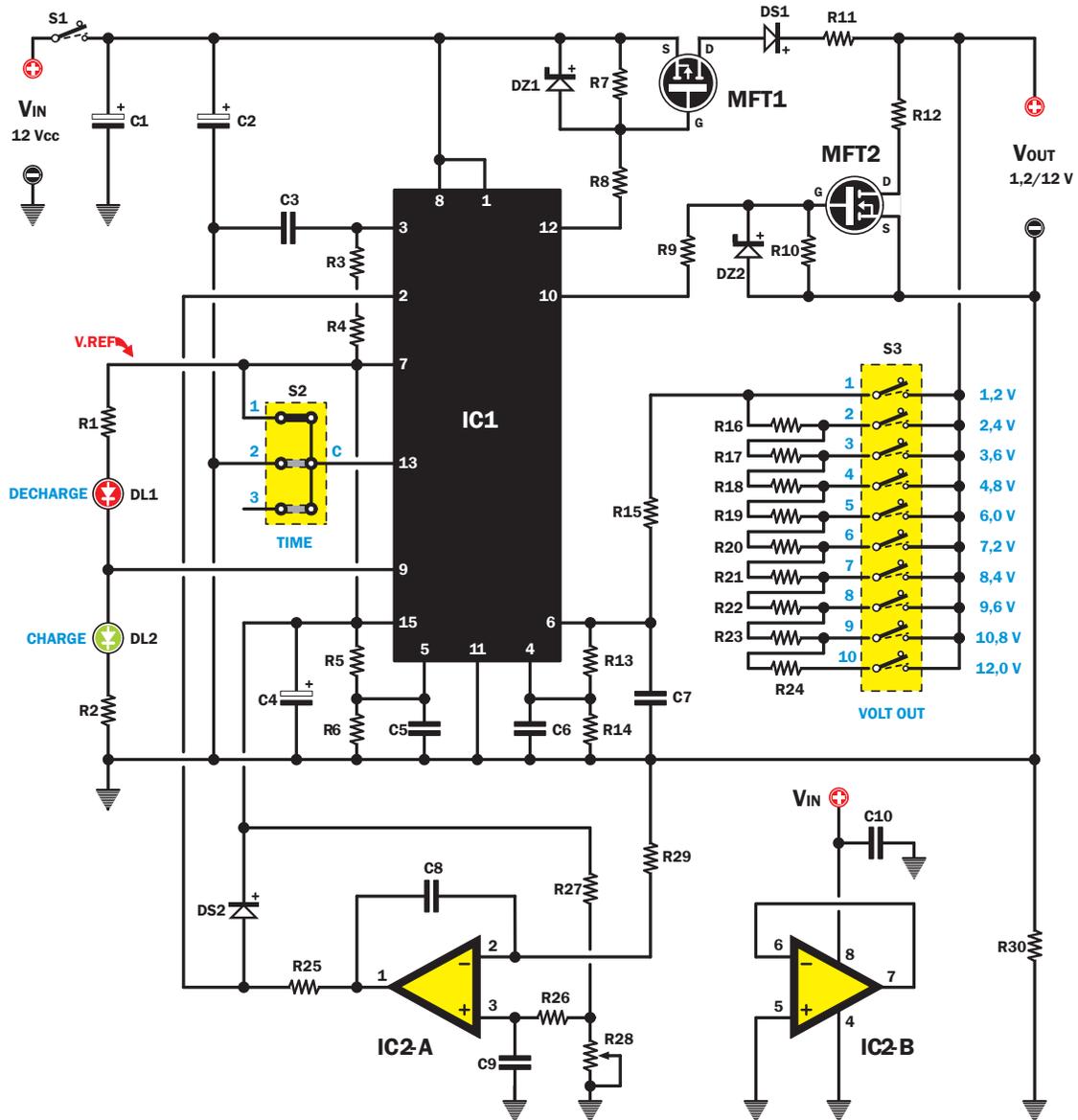


Figure 5 : Schéma électrique du circuit du chargeur de batteries.

Liste des composants EN1713

R1 270
 R2 270
 R3 330 k 1%
 R4 100 k 1%
 R5 10 k
 R6 4,7 k
 R7 10 k
 R8 1 k
 R9 1 k
 R10 ... 10 k
 R11 ... 0,22 5 W
 R12 ... 47 5 W
 R13 ... 4,990 k 1%
 R14 ... 4,990 k 1%

R15 ... 10 k 1%
 R16 ... 20 k 1%
 [...]
 R24 ... 20 k 1%
 R25 ... 100 k
 R26 ... 100 k
 R27 ... 12 k
 R28 ... 1 k pot. lin.
 R29 ... 100 k
 R30 ... 0,22 5 W
 C1 1 000 µF électrolytique
 C2 100 µF électrolytique
 C3 15 nF polyester
 C4 10 µF électrolytique
 C5 330 nF polyester
 C6 330 nF polyester
 C7 330 nF polyester

C8 22 nF polyester
 C9 100 nF polyester
 C10 ... 100 nF polyester
 DS1 ... 31DQ04
 DS2 ... 1N4150
 DZ1 ... zener 12 V 1/2 W
 DZ2 ... zener 12 V 1/2 W
 DL1 ... LED (rouge)
 DL2 ... LED (verte)
 MFT1 MOSFET IRF9530
 MFT2 MOSFET IRFZ44
 IC1 ... U2400B
 IC2 ... LM358
 S1 interrupteur
 S2 inverseur 3 pos.
 S3 micro-interrupteur 10 voies
 2 pos.

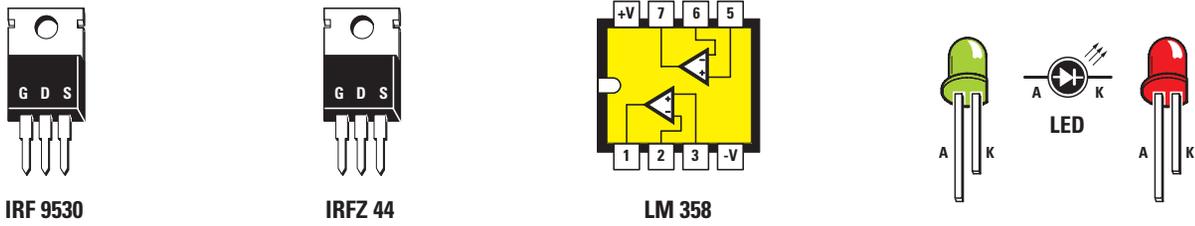


Figure 6 : Brochage des deux MOSFET IRF 9530 et IRFZ 44 vus de face et, à côté, brochage du circuit intégré LM358 (IC2) vus de dessus et avec le repère-détrompeur en U vers la gauche. Ci-contre, brochage des LED : comme vous pouvez le voir, la patte la plus longue (A) est l'anode.

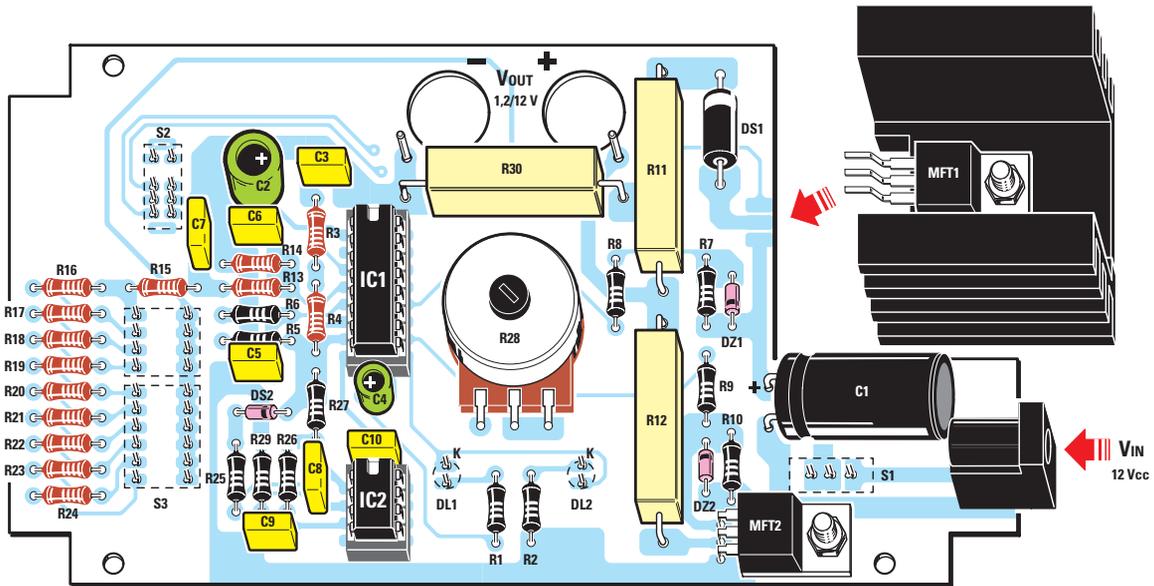


Figure 7a : Schéma d'implantation des composants du chargeur de batteries. À l'aide de ce dessin et de notre description, vous le réaliserez sans rencontrer de difficulté particulière.

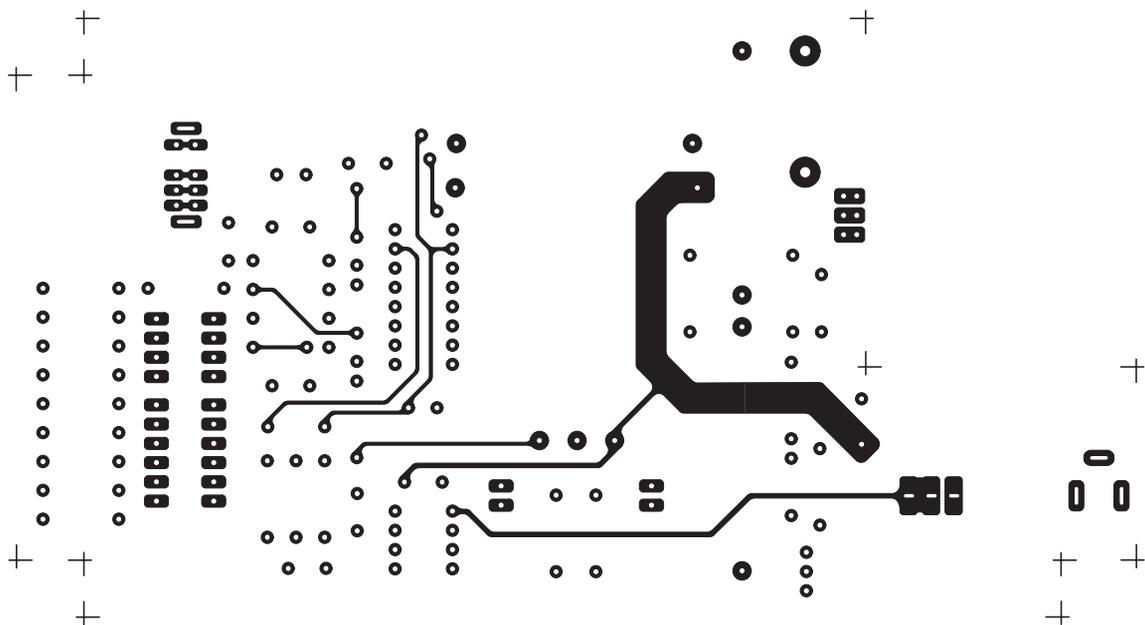


Figure 7b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés, côté composants (voir Figure 7a).

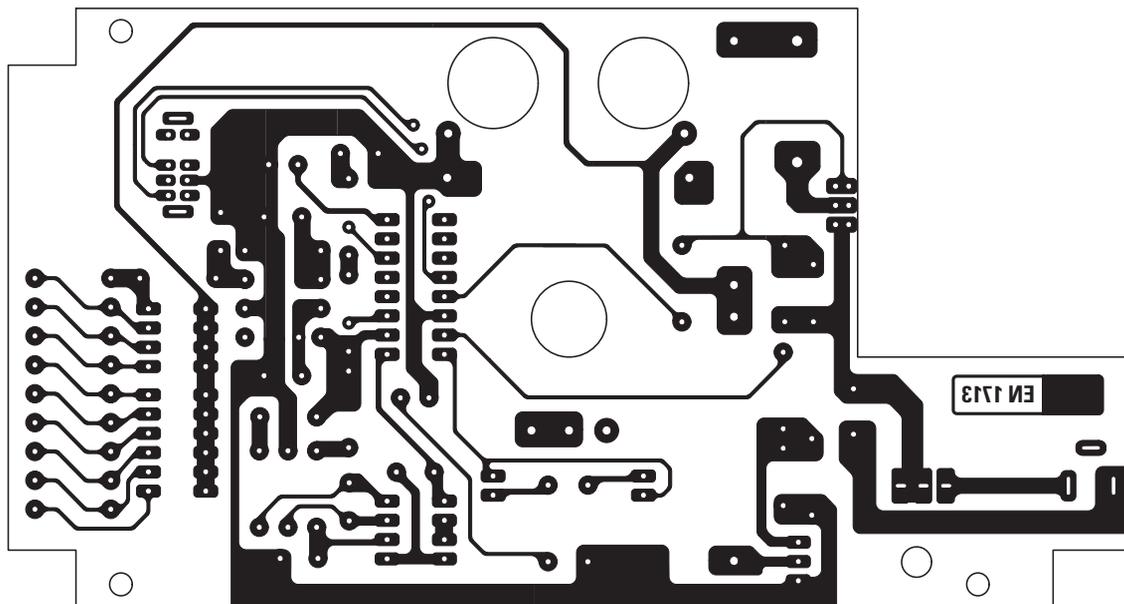


Figure 7b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés, côté soudures où sont montés les LED, les deux interrupteur/inverseur, le potentiomètre et le micro-interrupteur (voir figure 8).

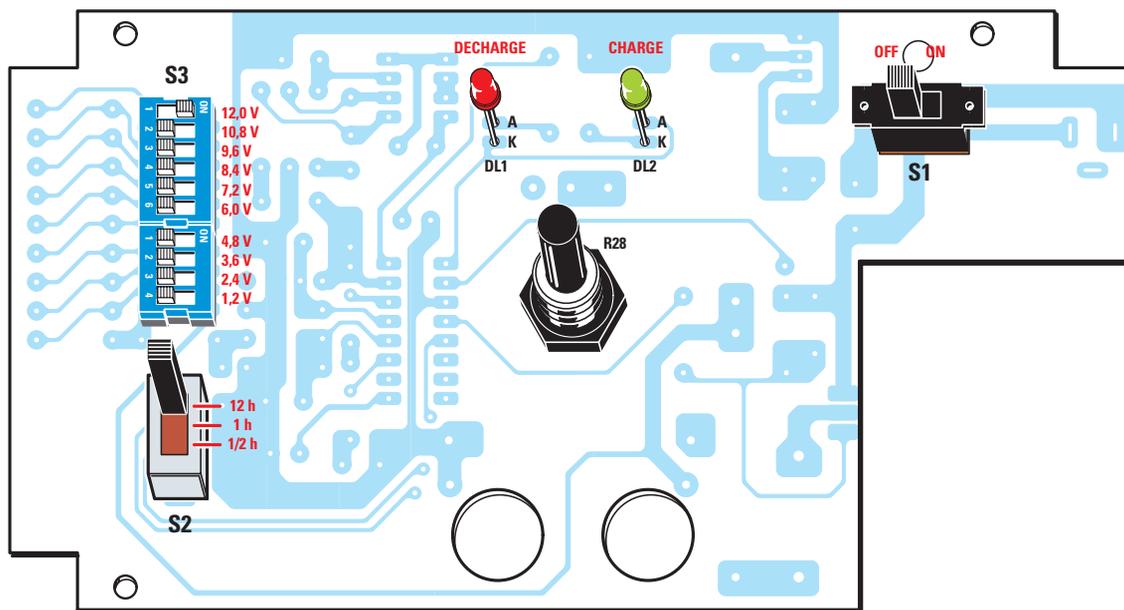


Figure 8 : Côté soudures, on monte les LED, les deux interrupteur/inverseur, le potentiomètre et le micro-interrupteur. Vous voyez que pour les deux LED il faut que leur patte la plus longue (A) soit tournée vers le haut.

notre chargeur de batteries la décharge complètement et ce automatiquement ; ensuite seulement la phase de recharge est lancée et la batterie est chargée jusqu'à sa capacité maximale.

Si une batterie **NiCd** est utilisée correctement, elle peut être rechargée en moyenne plus de **1 000** fois avant que sa capacité se réduise de **50%**.

Le schéma électrique

Comme vous pouvez le voir le schéma de la figure 5, pour réaliser notre chargeur de batteries nous avons utilisé le circuit intégré **U2400** entouré de quelques autres composants externes nécessaires pour faire fonctionner le circuit.

À l'intérieur de ce circuit intégré se trouvent tous les étages nécessaires pour réaliser un chargeur de batteries complet avec d'autres **fonctions accessoires** intéressantes (voir figure 4) comme, par exemple, la pré décharge automatique de la batterie à recharger, le contrôle du temps et du courant de charge, l'éventuelle interruption de la recharge en cas de tension excessive

aux bornes de la batterie (condition qui se vérifie quand la batterie est endommagée et donc plus rechargeable) et le maintien de la charge (**trickle**) en fin de cycle.

La tension continue **maximale** que nous pouvons appliquer en entrée ne doit pas dépasser **20 V** et la **minimale** dépend de la tension de la batterie à recharger ; en fait, la tension en entrée **ne doit jamais** être inférieure à la tension de la batterie plus un surplus d'au moins **4/5 V**.

Cela revient à dire que si nous avons une batterie de **6 V**, la tension d'entrée ne doit jamais être inférieure à **10 V**.

La batterie est rechargée avec un courant constant, réglable au moyen du potentiomètre jusqu'à un maximum de **1 A**. Un MOSFET canal «**P**» type **IRF9530** remplit la fonction de commutateur de puissance, il est piloté par un étage générateur **PWM** avec une fréquence d'environ **200 Hz** à l'intérieur du circuit intégré **U2400**.

Avec ce système on obtient une efficacité maximale (un haut rendement), car le **MOSFET** se comporte en fait comme un interrupteur travaillant en un des deux modes **on/off** pour chaque cycle de commutation.

Étant donné que la puissance dissipée est égale au **produit** de la **tension** aux bornes du MOSFET par le **courant** fourni, quand le MOSFET est en conduction (**on**), la tension à ses bornes sera proche de **0 V** (le produit **tension x courant** sera petit) et quand le MOSFET sera en état de non conduction (**off**), la tension à ses bornes sera **maximale**, mais le courant aura une valeur égale à **zéro** (à nouveau le produit sera petit), ce qui maintient un rendement élevé.

En modulant le **rapport cyclique** de l'onde carrée de pilotage, on arrive à modifier la valeur efficace du courant de charge ; bien sûr, ce sera au circuit intégré de changer automatiquement ce rapport cyclique pour maintenir la valeur de courant paramétrée avec le potentiomètre.

La résistance de puissance d'une valeur de **0,22 Ω**, montée en série avec la batterie et précisément sur sa borne

négative, a pour rôle d'«échantillonner» le courant de charge de manière à fournir sur la broche **2** de **IC1**, par l'intermédiaire de l'opérationnel **IC2/A** monté en étage intégrateur, une tension continue **proportionnelle** au courant de charge.

Le diviseur de tension composé de la résistance de **10 kΩ** et du potentiomètre linéaire de **1 kΩ** permet de polariser l'entrée non inverseuse de l'opérationnel avec une tension proportionnelle à la valeur du courant requis.

Un MOSFET canal **N** type **IRFZ44**, de concert avec la résistance de puissance de **47 Ω**, composent l'étage de décharge automatique des batteries : en fait, avant que la phase de charge ne commence, les batteries sont déchargées dans le but d'éliminer tout résidu de charge. Sans cela, surtout avec les batteries au **Ni-Cd**, le fameux «**effet mémoire**» pourrait se produire et **empêcher** une utilisation de la totalité de la capacité de la batterie.

Si le résidu de charge est important, le circuit de décharge peut mettre beaucoup de temps pour décharger complètement la batterie et, de toute façon, pour considérer la batterie bien déchargée, la tension de seuil doit être égale à environ **1,06 V/élément**.

Le circuit intégré dispose d'une référence de tension stable de **3 V** pour le fonctionnement interne ; cette tension est disponible à l'extérieur sur la broche **7** et un condensateur électrolytique de **10 μF** la filtre.

La sélection des temps de recharge se fait à l'aide de l'inverseur à **3 positions** relié à la broche **13** du circuit intégré ; en fonction de la valeur de tension présente sur cette broche, l'un des **3** temps de recharge sera choisi, soit **1/2 heure**, **1 heure**, ou **12 heures**.

Il s'agit de toute façon de durées indicatives car l'**horloge** (normalement à **200 Hz**) est produite par un simple oscillateur **RC** (voir les composants reliés à la broche **3**). Il pourra se produire de petites différences, à considérer comme normales et de toute façon elles n'influenceront pas négativement le comportement du circuit.

La dernière commande est celle qui sélectionne le nombre (en fait la tension de la batterie) d'éléments de la batterie à recharger ; cette sélection est réalisée au moyen d'un **micro-interrupteur à 10 éléments**. Comme un seul élément a une tension de **1,2 V**, on peut recharger des batteries de **12 V maximum**.

Deux LED, l'une **verte** et l'autre **rouge**, indiquent l'état du chargeur de batteries que nous pouvons résumer ainsi :

- la LED **rouge** allumée **fixe** indique que le chargeur de batteries est allumé et qu'il est prêt à fonctionner (aucune batterie n'est connectée) ;
- la LED **verte** si elle **clignote** indique que la phase de charge est activée, si en revanche elle reste **constamment allumée** c'est que la charge de maintien est activée.

Une fois la phase de charge lancée, elle cesse lorsque le temps prévu est écoulé, ou bien, en cas d'anomalie si la tension aux bornes de la batterie est excessive pour une recharge normale.

Dans ce cas le clignotement des deux LED signale cette condition (en fait la recharge n'est pas possible parce que la batterie pourrait être endommagée).

Durant la session de recharge les phases suivantes se succèdent :

- il faut tout d'abord sélectionner le **temps**, le **courant**, le **nombre** d'éléments dont se compose la batterie.

Note : on doit toujours allumer d'abord le circuit et ensuite relier la batterie.

Dès que l'alimentation est fournie au circuit, la LED **rouge** s'allume **fixe** : une fois la batterie branchée, elle commence à **clignoter** pour indiquer que le circuit effectue la décharge et cette condition se poursuit aussi longtemps que la tension résiduelle de la batterie ne sera pas descendue à **1,06 V/élément** (la décharge fera **réduire** dans le temps la tension de la batterie).

C'est seulement après que la LED **rouge** s'éteindra et que la LED **verte** commencera à clignoter pour indiquer que le circuit est en train de recharger la batterie.

La recharge se poursuit pendant le temps prévu et à la fin la LED **verte** cesse de clignoter pour rester **allumée fixe**. La fonction de **charge** de **maintien** s'active et donne de «petits coups» de courant de sorte que, même si la charge est terminée, la batterie se maintienne parfaitement chargée jusqu'à ce qu'elle soit débranchée du chargeur de batteries.

La réalisation pratique

La réalisation pratique de ce circuit est plutôt simple et si vous suivez à la lettre

nos indications, vous la mènerez à bien rapidement et sans rencontrer de difficulté particulière. La seule recommandation est de contrôler, à l'aide de la liste des composants de la figure 5, la valeur et la position de chaque composant avant de souder définitivement sur la platine.

Tout d'abord, procurez-vous le circuit imprimé double face à trous métallisés **EN1713** ou fabriquez-le en vous aidant de la figure 7b-1 et 2 qui en donne les dessins à l'échelle 1:1.

Commencez le montage de la platine du chargeur de batteries par le côté

«composants» visible figure 7a : insérez les supports des deux circuits intégrés et soudez toutes leurs broches en faisant bien attention de ne pas les court-circuiter avec une goutte de tinol un peu «lourde».

Montez ensuite le potentiomètre **R28** au centre du circuit imprimé (voir figure 7a) de manière à ce que son axe sorte du côté opposé. Repliez délicatement ses broches en L et insérez-les dans les trous avant de les souder.

Insérez maintenant toutes les résistances après en avoir bien identifié la valeur exprimée par les bandes colorées.

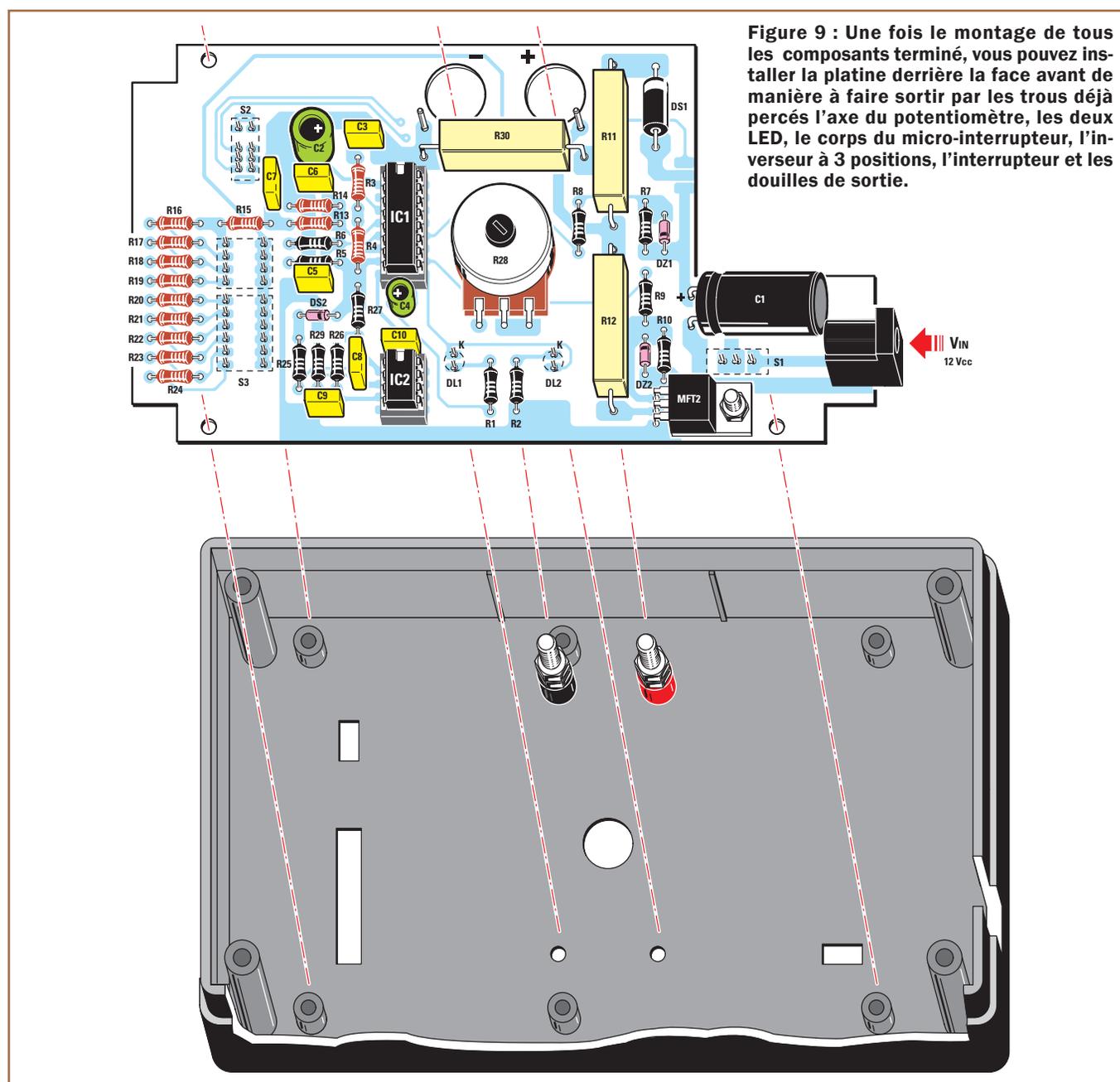


Figure 9 : Une fois le montage de tous les composants terminé, vous pouvez installer la platine derrière la face avant de manière à faire sortir par les trous déjà percés l'axe du potentiomètre, les deux LED, le corps du micro-interrupteur, l'inverseur à 3 positions, l'interrupteur et les douilles de sortie.

Figure 10 : Lorsque la platine a été fixée derrière la face avant, vous pouvez monter le MOSFET MFT1. Vous devez au préalable replier ses pattes en L, fixer sa semelle dans le petit dissipateur en U et l'insérer dans l'espace qui lui est destiné, dans le sens indiqué par la flèche. Soudez les trois pattes au circuit imprimé.

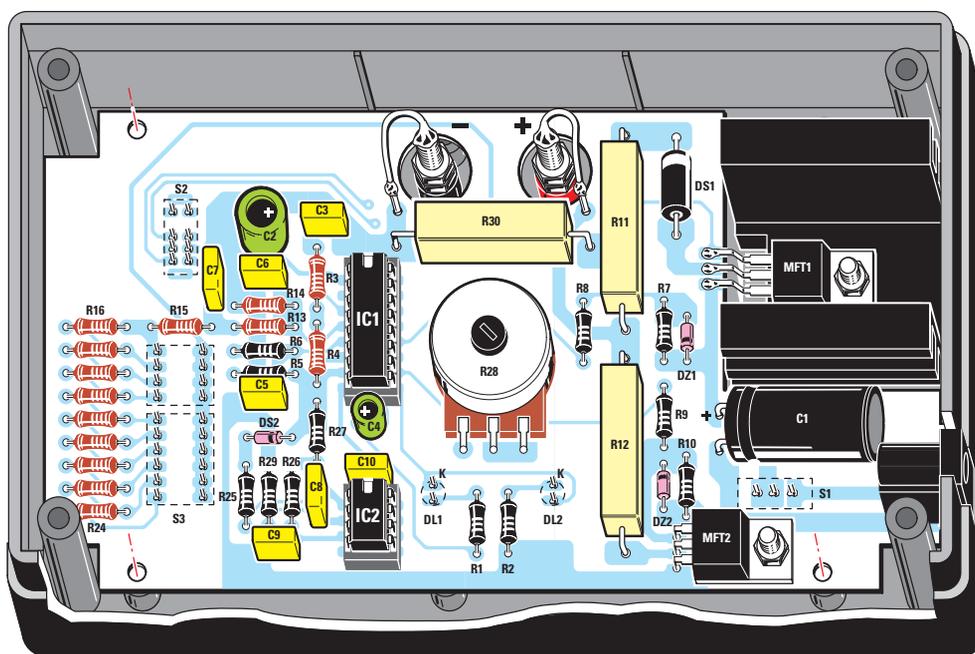
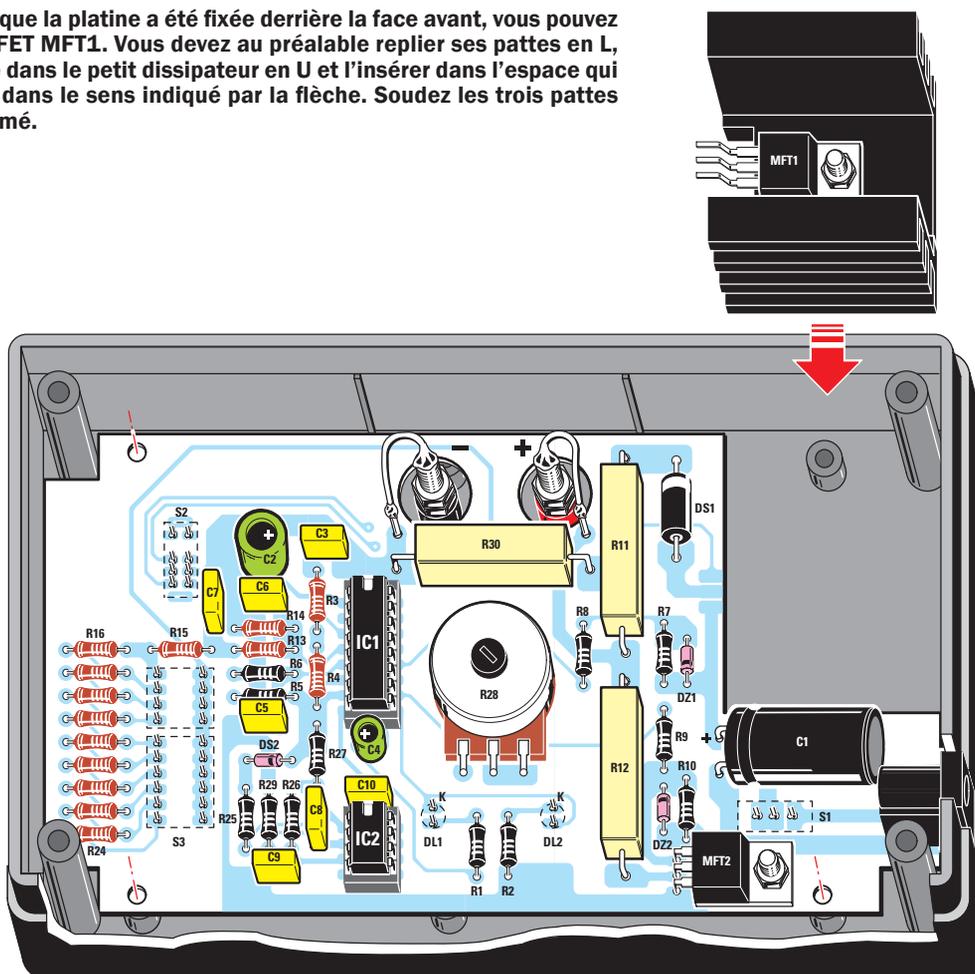


Figure 11 : Quand les pattes du MOSFET MFT1 ont été soudées sur les pastilles du circuit imprimé, vous pouvez fixer la platine à l'aide de vis.

Figure 12 : Photo d'un des prototypes de la platine du chargeur de batterie.

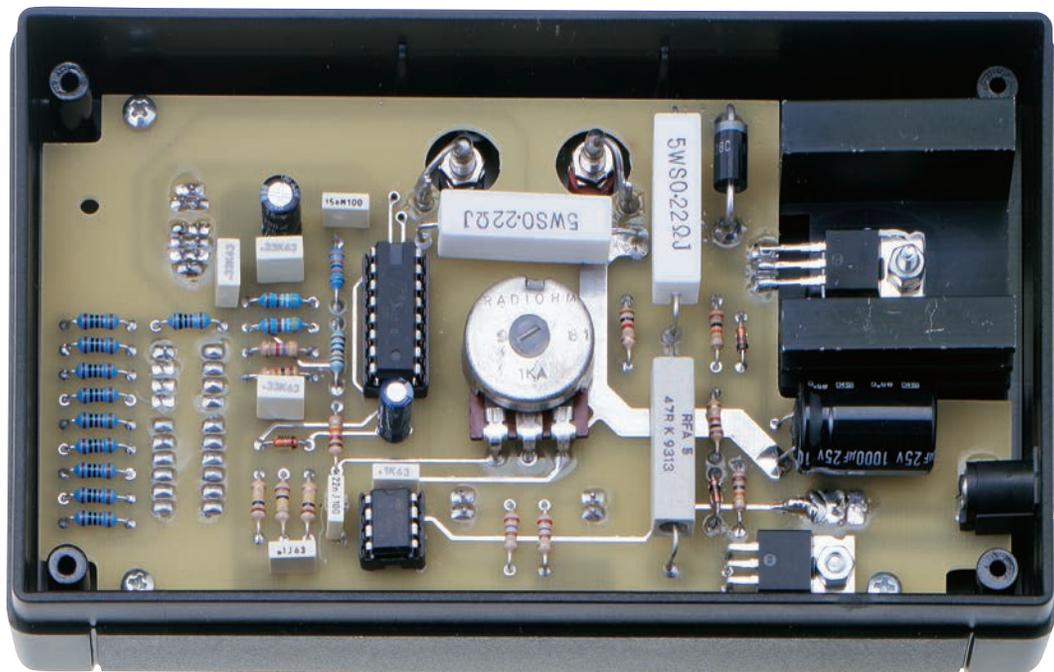
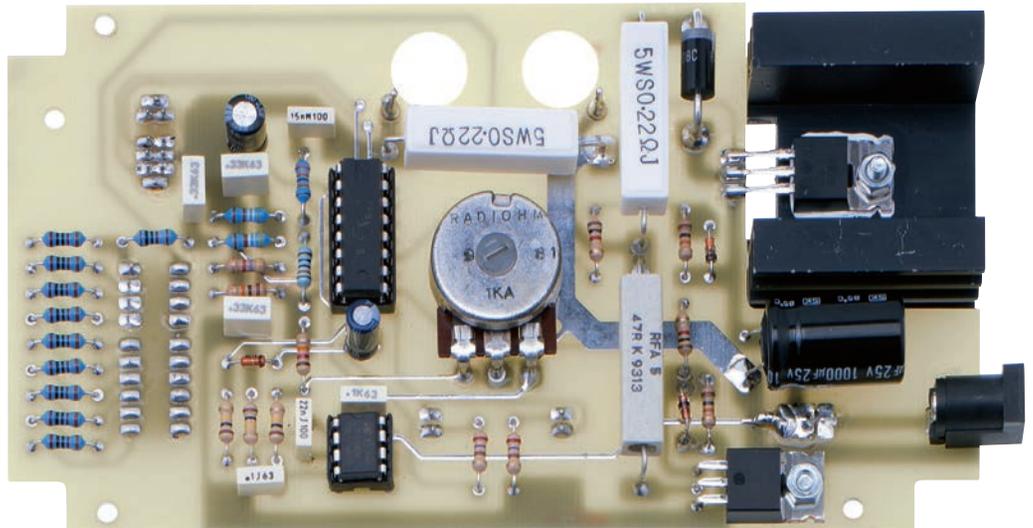


Figure 13 : Photo d'un des prototypes de la platine du chargeur de batterie installé dans le boîtier disponible déjà percé avec l'ensemble du matériel et le circuit imprimé double face à trous métallisés gravé et sérigraphié. La pellicule adhésive permettant de réaliser une élégante face avant est également disponible : elle indique les divers paramétrages de ce contrôle de charge de batteries (voir figure 1).

Comme vous pouvez le lire dans la liste des composants, ce circuit comporte l'insertion de certaines résistances à **1%**, de deux résistances de **5 W** identifiables par leur boîtier en forme de parallélogramme (les autres sont toutes des **1/4 W**).

Vous pouvez monter les condensateurs **polyesters** dont le boîtier est en forme de parallélogramme et continuer avec les **électrolytiques C2 et C4** : montez-les de telle manière que le signe **+** présent sur leur boîtier soit tourné respectivement

vers la droite et la gauche du circuit imprimé. Montez **C1** lequel, à cause de ses dimensions particulières, doit être monté à l'horizontale : ses pattes sont à insérer de manière à avoir le **+** vers le haut (voir figure 7a).

Insérez en bonne place la diode **DS1**, reconnaissable à ses dimensions plus importantes, en dirigeant vers le haut sa bande blanche repère-détrompeur et la diode **DS2**, en orientant vers la droite sa bande noire (voir figure 7a). Montez les diodes zener **DZ1-DZ2** en faisant

bien attention à orienter leurs bandes comme le montre la figure 7a.

Montez la douille d'entrée **12 V** et le MOSFET **MFT2** (voir figure 7a en bas à droite). À propos de ce dernier, remarquez qu'il doit être à l'horizontale (fixé par un petit boulon) et que ses **3** pattes repliées en **L** doivent être soudées dans les trous prévus.

Terminez cette phase du montage en enfonçant les deux circuits intégrés **IC1** et **IC2** délicatement dans leurs supports

et orientez-les de telle manière que leurs repère-détrompeurs en U soient orientés vers le haut.

Retournez le circuit imprimé côté «soudures» et insérez les quelques composants prévus comme le montre le dessin de la figure 8.

Fixez l'interrupteur **On/Off (S1)** en haut à droite et, à gauche, le **micro-interrupteur à 10 voies (S3)** pour sélectionner la tension de la batterie et l'**inverseur à 3 positions (S2)** pour la sélection des temps de recharge. Nous vous conseillons de reporter le montage des deux LED à la phase suivante de montage dans le boîtier que nous allons décrire brièvement.

Comme vous pouvez le voir sur les figures 9-10-11, vous devez avant tout fixer la platine derrière la face avant du boîtier sur laquelle des trous sont déjà faits pour la sortie du micro-interrupteur, de l'inverseur, de l'interrupteur, de la douille d'entrée, des douilles de sortie et des LED.

À propos de ces deux derniers composants, nous vous conseillons d'insérer dans leurs trous les deux **douilles +/-** de sortie du circuit, en soudant leurs extrémités au circuit imprimé au moyen de straps et les deux LED **DL1** (rouge) et **DL2** (verte) après avoir raccourci leurs pattes pour que leurs têtes sortent de la face avant du boîtier et soudez-les seulement après vous en être assurés.

Pour l'orientation des LED, référez-vous au schéma d'implantation des composants de la figure 8, sur lequel vous voyez que la patte la plus longue (l'anode **A**) doit être tournée vers le haut. Coupez l'axe du potentiomètre à la longueur nécessaire.

Après avoir fixé la platine à la face avant au moyen de **4** vis, il ne vous reste qu'à fixer le MOSFET **MFT1** à son petit dissipateur en U à l'aide d'un petit boulon comme le montre la figure 10. Repliez ses trois pattes en **L**. Placez l'ensemble MOSFET+dissipateur dans l'espace qui lui est réservé et soudez ses pattes sur les pastilles du circuit imprimé. Fermez le boîtier avec la face avant qui fait office de base : vous pouvez maintenant utiliser votre appareil pour charger des batteries.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire ce chargeur de batteries (composants, circuit imprimé, boîtier, face avant) **EN1713** est disponible

chez certains de nos annonceurs, voir les publicités dans la revue.

Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/121.zip> ◆



CAMÉRAS IP

CAMÉRA DÔME 1/3» HR SONY EFFIO DSP

Caméra dôme 1/3» hr sony effio dsp - Cette caméra intègre le DSP Effio de Sony. L'Effio (Enhanced Features and Fine Image Processor) est un processeur HR à rapport signal/bruit élevé pour une reproduction des couleurs fidèle. faible sensibilité lumineuse (0.05 lux) - super HR - capteur: capteur couleur HR 1/3» CCD - nombre de pixels: 753(H) x 582(V) - PAL - résolution: 600 lignes TV - DSP: Sony Effio - éclairage min.: 0.05 lux - rapport S/B: > 48dB (AGC off) - obturateur électronique: 1/50 à 1/100 000 sec objectif: f3.8mm / F1.5 - angle de l'objectif: 85° - Colour Rolling Suppress: oui - AGC: oui - balance des blancs: automatique - sortie vidéo: 1.0 Vpp composite, 75 ohms - audio: non - alimentation: 12Vcc - consommation: 70mA - température de travail: 0° C ~ 45° C - dimensions: Ø125 x 85mm - poids: 150g - indice IP: n.a.



CAMCOLD19
109,00 €

CAMÉRA BULLET COULEUR IP - WI-FI - IR



CAMIP7
159,70 €

CAMÉRA COULEUR IP - WI-FI



CAMIP5N
142,90€

Facile à installer - mouvements pan/tilt pilotés à distance - microphone et haut-parleur intégrés - notification de détection de mouvement via e-mail ou téléchargement d'images vers FTP - entrée et sortie audio - capteur: CMOS couleur 1/4» - objectif: f3.6mm F2.4 - angle de

vue: 64° - éclairage min.: 0.5 lux - nombre de pixels: 640(H) x 480(V) - PAL - pan/tilt intégré: pilotable via internet Gauche/droite: 300° - haut/bas: 120° protocoles réseau - connexion filaire: Ethernet 10/100 Base-T et RJ45 - connexion réseau - audio: microphone intégré. format de compression: MJPEG - vitesse de l'image: 15 IPS (VGA), 30 IPS (QVGA) - résolution: 640 x 480 (VGA), 320 x 240 (QVGA) - alimentation: 5Vcc Dimensions: 110 x 100 x 108mm - poids: 333g

Facile à installer, résistante à l'eau - connexion Wi-Fi sécurisée et connexion LAN filaire - 24 LED IR (portée jusqu'à 20m) - notification de détection de mouvement via e-mail ou téléchargement d'images vers FTP indice IP: IP66 capteur: CMOS couleur 1/4» - objectif: f6.0mm / F2.4 - éclairage min.: 0.5 lux - nombre de pixels: 640(H) x 480(V) PAL - protocoles réseau supportés: TCP/IP, UDP, ICMP, SMTP, HTTP, FTP, DNS, DDNS, DHCP, PPPoE - connexion filaire: Ethernet 10/100 Base-T et RJ45 - connexion sans fil - connexion réseau - format de compression: MJPEG - vitesse de l'image: 15 IPS (VGA), 30 IPS (QVGA) résolution: 640 x 480 (VGA), 320 x 240 (QVGA) - dimensions: 140 x 75 x 80mm - alimentation: 5Vcc - angle de l'objectif: 41° poids: 800g

CAMÉRA IP «INTELLIGENTE» PUSH VIDEO SUR IPHONE/IPAD/ANDROID

AVN80X
379,00€



La caméra «AVN80X» n'est pas une simple caméra IP, elle intègre un détecteur infrarouge, une Led Blanche (activable à distance), un microphone, un haut-parleur). Entrée/sortie permettant de la relier à d'autres dispositifs de sécurité (contacteur magnétique, capteur infrarouge, détecteur de fumée ou d'activer d'autres systèmes à distance, pour une sécurité renforcée). Fonction PTZ numérique (rotation Haut/Bas et Zoom du capteur vidéo). En cas de détection la caméra vous alerte immédiatement (fonction. Push Video») sur votre Smartphone (application EagleEyes gratuite à installer au préalable), vous pouvez alors voir ce qui se passe et inter-réagir (activation Led, écoute/dialogue, activation de la sortie, etc...). Vous pouvez également consulter l'historique d'événements ainsi que la vidéo enregistrée. Un lecteur pour carte MicroSD™ (non incluse) est intégré à la caméra pour stocker vos enregistrement directement sur cette dernière.

SPÉCIAL SMARTPHONES

AVN812
415,00 €



CAMIP9
336,00 €



CAMÉRA IP IVS 1.3 MÉGAPIXEL AVEC PUSH VIDEO - EAGLE EYES

La caméra «CAMIP9» est la première caméra IP intelligente dans le monde. Cette caméra IP envoie instantanément une notification d'alerte à l'iPhone, iPad, iPod touch ou téléphone Android avec le logiciel Eagle Eyes lorsqu'un événement survient. Facile à configurer et dispose de beaucoup de fonctions de surveillance mobile. Capteur SONY H.R. avec la qualité HDTV 720p (Alerte vidéo instantanée) permet l'envoi immédiat d'un message d'alerte sur votre téléphone iPhone en Android lorsqu'un événement préprogrammé survient. Vous pourrez visualiser la vidéo enregistrée après confirmation de réception. - Interconnexion I/O avec d'autres dispositifs d'alarme externe - Microphone intégrés - Surveillance à distance - Complètement compatible avec iPhone & iPad, et Internet Explorer sous le système d'exploitation Windows Compatibilité moyenne pour téléphones Android, navigateurs web Firefox, Google Chrome et Safari - élément d'enregistrement: SONY H.R. image sensor - Dimensions de l'afficheur: 1/4» éclairage min.: 0.1 lux / F1.5 Balance des blancs: ATW - AGC: automatique - Contrôle de l'iris: AES - Objectif: f3.8mm / F1.5 - Angle de vue: 62.7° - Interface réseau: Ethernet - Format de compression vidéo: H.264, MPEG4, MJPEG - Message d'alerte: FTP e-mail / push vidéo - I/O alarme externe - Microphone Capteur PIR: portée de détection avec grand angle de vue de 76° - Température de service: 0° C ~ 40° C - Alimentation: 5Vcc 1A - Dimensions: 59 x 95mm - Poids: 420g - Indice IP: n.a.

CAMÉRAS IR / Caméras Applications Spéciales

CAMERA COULEUR HAUTE RESOLUTION AVEC 21 LED IR

Résiste aux intempéries - avec vision nocturne N/B (LED IR) - capteur: capteur d'image CCD HR couleur 1/3» - nombre de pixels: 753(H) x 582(V) - PAL - résolution: 500 lignes TV - éclairage min.: 0.1 lux - LEDs IR: 21 - plage (lumière IR): 15m - rapport S/B: > 48dB (AGC off) - résistance à l'eau: IP67 - obturateur électronique: 1/50 à 1/100000 sec. - angle de l'objectif: 92.6° - balance des blancs: automatique - AGC: oui - objectif standard: f3.6mm / F2.0 sortie vidéo: 1.0Vpp composite, 75 ohms - alimentation: 12Vcc consommation: 70mA (IR off), 270mA (IR on) - température de travail: -20°C - 40°C - dimensions: 140 x 56 x 80mm - poids: 285g valeur IP: IP67 Options : Alimentation compacte à découpage



CAMCOLBUL26
109,00 €

CCD 1/3» CAMÉRA IR HR PROFESSIONNELLE D'EXTÉRIEUR



CAMCOLBUL22N
141,60 €

CAMÉRA COULEUR IR 1/3»

CAMCOLBUL23
159,00€



Étanche, submersible - vision nocturne N/B (LED IR), petite caméra IR couleur avec DSP - indice IP: IP68 système de balayage: PAL - capteur: Sony ultra-high sensitivity CCD 1/3» Dimensions de l'afficheur: 1/3» - nombre de pixels: 500(H) x 582(V) - PAL - résolution: 420 lignes TV - éclairage min.: 0.05 lux - longueur d'onde des LED: 840nm (40°) - portée max. de l'IR: ± 20m (30 unités) - fonction IR ON: < 10 lux par CDS auto control - entrelacement: 2:1 - signal de sortie vidéo: 1.0Vpp, 75 ohms, composite - rapport S/B vidéo: > 52dB (AGC off) - balance des blancs: 2400K 11000K - iris électronique: ON - AEI: 1/50 ~ 1/100 000s - correction gamma: 0.45 - objectif intégré: f3.6mm / F2.0 - angle de vue: 79° - température de service: -10°C ~ 50°C - alimentation: 12Vcc - consommation: 2.1W Dimensions: 50 x 60mm (Ø) - dimensions support de montage: 62 x 40mm - poids: 278g Options : Alimentation compacte à découpage



CAMÉRA / MICROSCOPE DE CONTRÔLE

CAMCOLMS
112,00 €



Le microscope idéal pour la vérification de CI - focalisation et grandissement réglables - capteur: capteur CMOS - pixels: 300 000 - pixels effectifs: 645 (H) x 485 (V) - interface: USB 1.1/2.0 Grandissement: 50x/200x éclairage min.: 10-20 lux / F2.8-5600K - rapport S/B: 42dB - longueur du câble: 1.2m - balance des blancs: automatique - gamme de balance des blancs: 2800-11000K - ouverture: AES - obturateur: 1/30 ~ 1/15750 sec format de l'image: JPEG/BMP - système requis: - Pentium MMX 200MHz avec 32Mo RAM ou plus - Windows® 98/ME/2000/XP/Vista/7. port USB 2.0 ou USB 1.1 libre - DirectX 8.0 ou plus - consommation: 65 ~ 100mA dimensions: Ø 38 x 165mm - poids: 128g.

Étanche - câble protégé par l'étrier - éclairage IR (vision nocturne en N/B) est activé automatiquement quand la lumière ambiante devient trop faible - pas de sur-exposition grâce au Smart Light Control - capteur: CCD couleur HR 1/3» - nombre de pixels: 752(H) x 582(V) - PAL - résolution: 520 lignes TV - éclairage min.: 0.1 lux - rapport S/B: > 48dB (AGC éteint) - obturateur électronique: 1/50 à 1/100000 sec - correction gamma: 0.45 - Balance des blancs: automatique - AGC: oui - objectif standard: f6.0mm / F1.4 - angle de l'objectif: 62° - sortie vidéo: 1.0Vpp composite, 75 ohms - alimentation: 12Vcc - consommation: 70mA (IR éteint), 590mA (IR allumé) - indice IP: IP67 - LED IR: 56 - portée max. de l'IR: 40m - dimensions: Ø115.6 x 216.4mm - Poids: 1350g - température de service: 0°C à +40°C

CAMÉRA D'INSPECTION - CONNEXION USB



CAMCOLI2
55,00€



Permet d'explorer les endroits les moins accessibles comme à l'intérieur d'un faux plafond - 2 LED blanches - intensité des LED réglable - capteur: 1/6» CMOS - nombre de pixels: 640 (H) x 480 (V) - angle de vue: 54° - focale: 6cm - objectif: F2.8 - interface: USB 2.0 - rapport S/B: 42dB - balance des blancs: auto - format d'image: JPEG - système requis: - Windows® XP/Vista/Windows 7 - port USB 2.0 libre indice IP: IP67 - alimentation: 5VCC via port USB - dimensions: caméra: Ø14 x 55mm - flexible: 58cm

CAMÉRA COULEUR HD

CAMCOLMS
189,00 €



Caméra portable livrée avec plusieurs étriers de montage - enregistrement sur microcarte SD (non incl.) Enregistrement vidéo et images HD microphone incorporé très sensible - 2 LED puissantes: pour l'éclairage et comme signal de détente - facile à configurer depuis les boutons-poussoirs - livrée avec étrier de montage pour vélo, étrier de fixation sur vitre et sangle - capacité de stockage: max. 32Go sur microcarte SD-HC (speed class-6) (non incl.) - indice IP: IP64 - capteur: CMOS 5 mégapixels - objectif: 83° - enregistrement vidéo: - format d'enregistrement: MPEG-4 - images par seconde: 30 - résolution vidéo: 1280 x 720 pixels - capacité d'enregistrement: ±30Mo/min - capture d'image: format d'enregistrement: JPEG - résolution d'image: 2592 x 1944 pixels - balance automatique des blancs (AWB): oui - température de service: -10°C - 50°C - alimentation: 5VDC depuis câble USB et 2 piles au lithium (3.7V) (incl.) - dimensions: 105 x 45 x 37mm - poids: 105g (avec piles)

CAMÉRA D'INSPECTION À LCD COULEUR

CAMCOLI3
119,00 €



Permet d'explorer les endroits les moins accessibles comme l'intérieur d'un faux plafond - 2 LED blanches - intensité des LED réglable - fonction d'inversion de l'image - fourni avec : 3 têtes interchangeable, tête magnétique: pour prendre des petites pièces métalliques - crochet: pour enlever des fils ou autres petits objets - miroir: pour regarder derrière des coins ou dans des trous peu profonds - capteur: CMOS - nombre de pixels: 704 (H) x 576 (V) - angle de vue: 50° (H) - portée vision nocturne: 1.5m - afficheur LCD: 2.36" TFT LCD - résolution de l'image: 480 x 234 pixels - balance des blancs: auto - indice IP: IP67 (caméra + col-de-cygne) - alimentation: 4x pile LR6 de 1.5V (LR6C, non incl.) - température/humidité de service: -10~50°C / 15~85% RH - dimensions: - caméra: Ø17 x 79mm col-de-cygne: 84.5cm - boîtier: 201 x 83 x 59mm - poids: 480g

Magnétothérapie RF professionnelle et portative

Cette nouvelle magnétothérapie professionnelle représente une synthèse des meilleures caractéristiques des deux versions précédentes, EN1293 et EN1610. Cette amélioration est due à l'adoption d'un composant d'avant-garde : le microcontrôleur Cortex M3. Avec sa petite valise 24 heures très commode, vous pourrez avoir cet appareil désormais portatif toujours avec vous et où que vous soyez, avec tout le matériel dans la petite valise.



Les lecteurs les plus assidus nous font observer que certains montages sont reproposés périodiquement dans la revue : cette remarque ne nous prend pas au dépourvu car le choix de nos articles est pleinement planifié et entièrement conscient. En aucun cas on ne peut imputer notre programmation éditoriale à un manque d'idée ou d'engagement. Tous les montages représentés ont, en effet, un fil conducteur qui leur donne un air de famille. Il s'agit principalement de montages qui ont rencontré une faveur particulière de notre lectorat et pour lesquels vous avez été nombreux à réclamer une mise à jour ou des versions plus évoluées.

D'autres montages n'ont pas la même destinée et ce pour les motifs les plus variés : parce qu'ils n'ont pas trouvé le

bon créneau, parce que la revue n'arrive pas à atteindre les professionnels pour lesquels ils ont été conçus ou simplement parce qu'ils ont été finalisés pour satisfaire les exigences d'un groupe trop restreint d'amateurs.

Il y a aussi une condition objective qui quelquefois nous impose ce choix : l'obsolescence (le composant n'est plus disponible) d'un ou plusieurs des composants nécessaires au montage, d'où s'ensuit l'impossibilité de pérenniser la conception du circuit et, partant, sa réalisation. Dans le cas spécifique de l'appareil de **magnétothérapie**, le nombre de lecteurs qui se sont procuré le matériel démontre le succès remporté par le montage : c'est une des meilleures réussites de notre programmation.



Figure 1 : Le choix d'insérer ce nouvel appareil de magnétothérapie RF dans une petite valise 24 heures est lié à l'idée de rendre portable le matériel nécessaire pour pratiquer la magnétothérapie (l'appareil proprement dit, les diffuseurs et l'alimentation).

Cela nous a encouragés à vous en proposer des versions régulièrement mises à jour, avec des composants toujours plus à l'avant-garde et une augmentation significative des possibilités. Un exemple représentatif est constitué par la version **RF** avec **ST7 EN1610** publiée dans le numéro **76** d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE** en 2005.

Depuis cette date jusqu'à aujourd'hui (7 ans déjà !) une évolution technologique significative a eu lieu, mais aussi un net développement de l'étude des mécanismes de l'action thérapeutique de la radiofréquence (RF). C'est ce qui nous a conduits à entreprendre la mise à jour de ce montage. Et ce pour le plus grand bénéfice des usagers (des patients) lesquels pourront continuer à trouver sur le marché des appareils de grande efficacité thérapeutique.

Le cœur de l'appareil de magnétothérapie que nous vous présentons ici est un **microcontrôleur** du type **CortexM3**, c'est-à-dire un micro dont l'architecture a une configuration de type **ARM**. Certains des «grands frères» de ce micro se trouvent sur les Palms et les Smartphones, par exemple le ARM9 est monté sur le Blackberry et 90% des Tablets avec Android utilisent un ARM comme microcontrôleur. Grâce à l'adoption de ce composant, **Électronique & LOISIRS**

MAGAZINE a poursuivi le double objectif de se maintenir toujours à l'avant-garde de ce domaine (électromédical) et de se défendre contre l'obsolescence des composants montés dans les appareils précédents.

Quels sont les secrets de son efficacité ?

Pour comprendre le mécanisme d'action de l'appareil de **magnétothérapie RF**, nous devons tout d'abord faire certaines remarques à propos du mode de propagation de la douleur à travers le système nerveux.

Rappelons que les postures erronées que nous prenons inconsciemment, la carence en calcium ou des accidents traumatiques, peuvent provoquer la compression mécanique d'un nerf. L'effet de la compression du nerf est l'inflammation de ce dernier. Cela implique une douleur physique dans la zone où est situé le nerf.

Prenons quelques exemples concrets. Comme le montre l'exemple de la figure 12, si certains nerfs sont comprimés par la vertèbre **L5** (ce sigle identifie la vertèbre lombaire numéro 5), le sujet

pourra ressentir des élancements dans la zone de sa jambe que nous avons repérée sur le dessin par ce sigle et une couleur (les zones du corps sont «spéculaires» c'est-à-dire en symétrie miroir*). En fonction des nerfs concernés, les parties de l'anatomie marquées par les sigles **L2**, **L3**, **L4** seront impliquées.

Pour éliminer la douleur on peut utiliser des moyens différents :

- la **chaleur** : en réchauffant la partie douloureuse avec une bouillotte on soulage en effet la douleur ;
- un **cachet d'anti-névralgique** ou une injection d'anti-inflammatoire ;
- «**duper**» le cerveau.

Écartons les deux premières car l'une a une efficacité fort modeste et l'autre est porteuse d'innombrables effets secondaires liés au perpétuel boom de l'industrie pharmaceutique. Arrêtons-nous plutôt sur la troisième, la plus efficace et totalement sans danger**.

Les nerfs transmettant la sensation douloureuse sont appelés **racines** ou **fibres delta** (δ). Dans les **racines**, qui ont un diamètre d'environ **0,3-1,3 micromètre** (μm), les impulsions nerveuses circulent

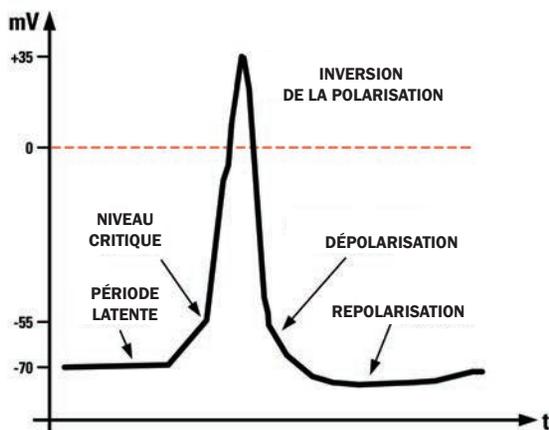


Figure 2 : En règle générale le signal électrique se déplace le long du nerf de manière unidirectionnelle et à la surface du nerf avec un potentiel négatif d'environ 70 mV. L'impulsion, comme vous le voyez, n'est pas ON / OFF (en tout ou rien) mais elle a une amplitude proportionnelle à la stimulation qu'elle représente (plus forte est la douleur et plus forte est l'impulsion).

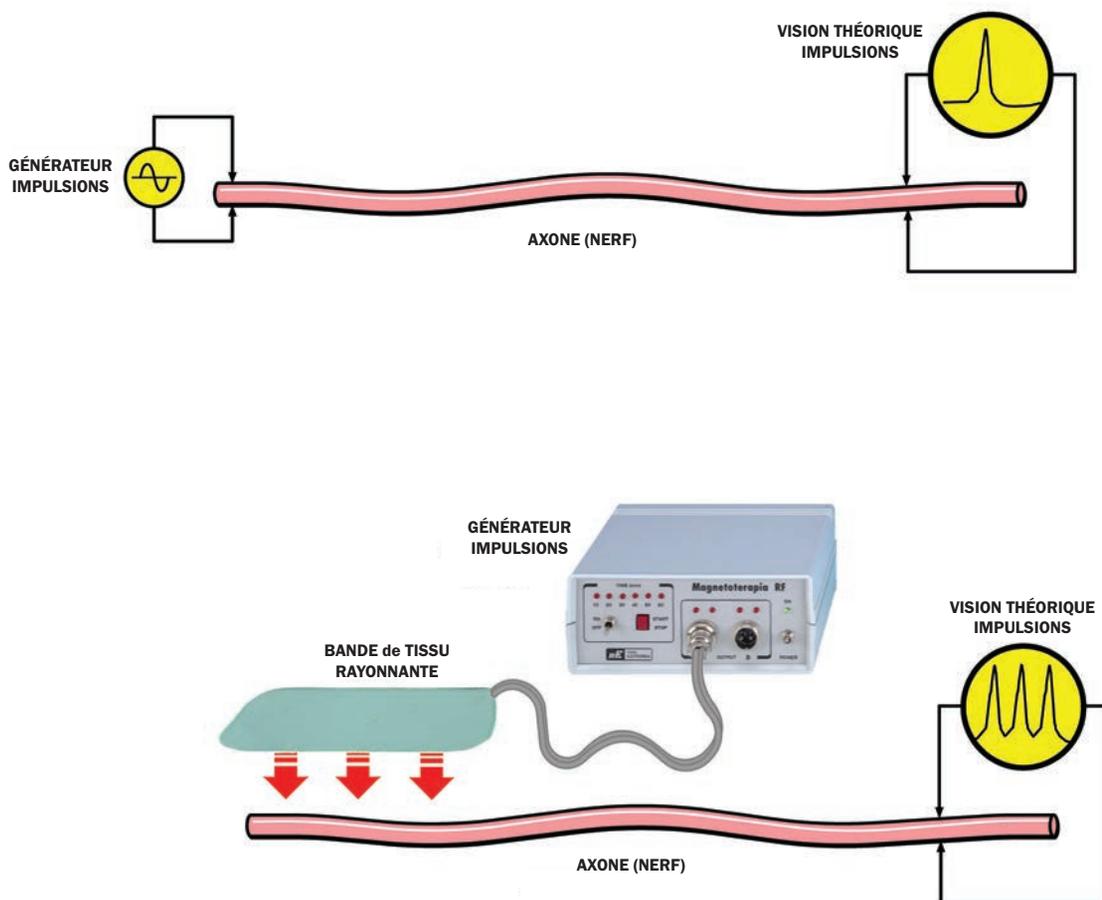


Figure 3 : Même si la plupart du temps les impulsions circulent de manière unidirectionnelle, dans certains nerfs (axones) en revanche cette circulation peut être bidirectionnelle. Au niveau des neurones, des contrôles empêchant le passage des impulsions qui se propagent de manière « erronée » interviennent cependant. Même si notre appareil de magnétothérapie émet arbitrairement des champs électriques RF dans différentes directions, le nerf les achemine de toute façon dans la bonne direction.

à une vitesse comprise entre **0,7 m/s** et **2,3 m/s** et elles ont une période de potentiel de crête de **2 s** et **2 s** de repos.

Dans les **fibres δ** ayant un diamètre de **2-3 μm** les impulsions nerveuses circulent à une vitesse comprise entre **12** et **30 m/s** et elles ont une période

de potentiel de crête de **0,4 - 0,5 s** et **0,4 - 1 s** de repos.

Il est évident que l'impulsion électrique qui se propage dans le nerf est plutôt lente par rapport aux impulsions électroniques que nous pouvons produire nous avec la bande de tissu rayonnante.

On en déduit que si nous **bombardons** le **nerf douloureux** avec les impulsions produites par l'appareil de magnétothérapie, ces impulsions, circulant dans le corps à une vitesse comprise entre **0,7** et **30 m/s**, arriveront dans le cortex cérébral avant celles engendrées par la douleur.

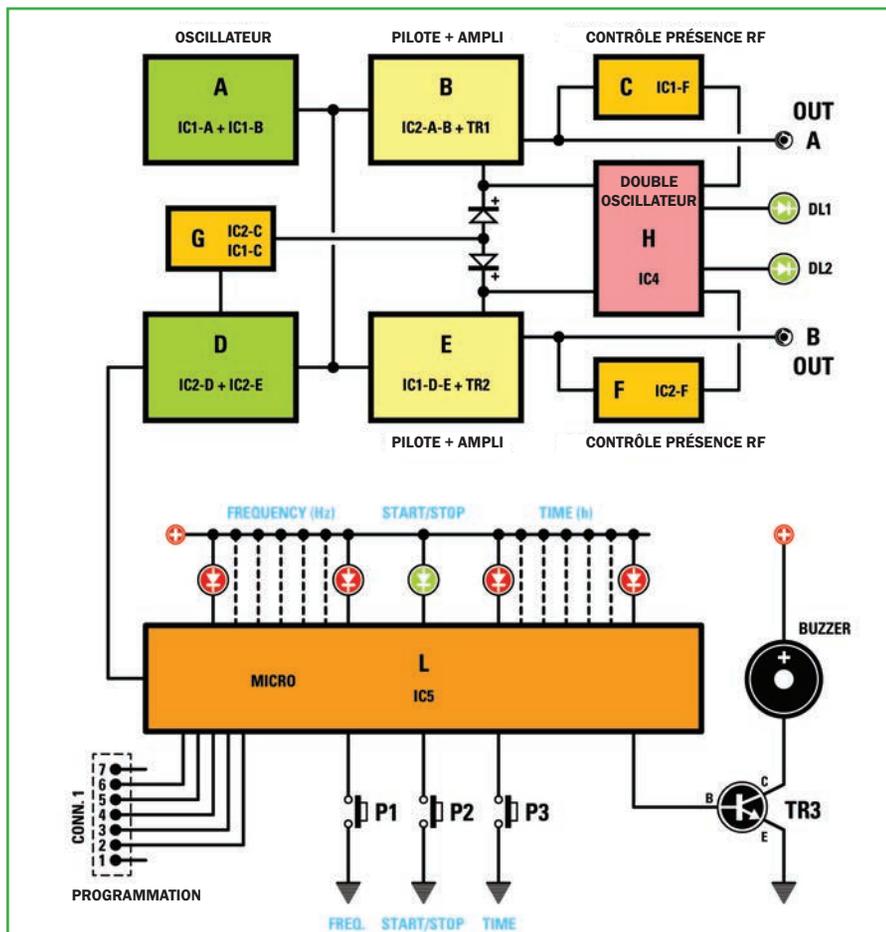


Figure 4 : Schéma synoptique par sous-ensembles de l'appareil de magnétothérapie RF. Le schéma électrique du montage se trouve à la figure 6 et le schéma d'implantation des composants figures 7-8a.

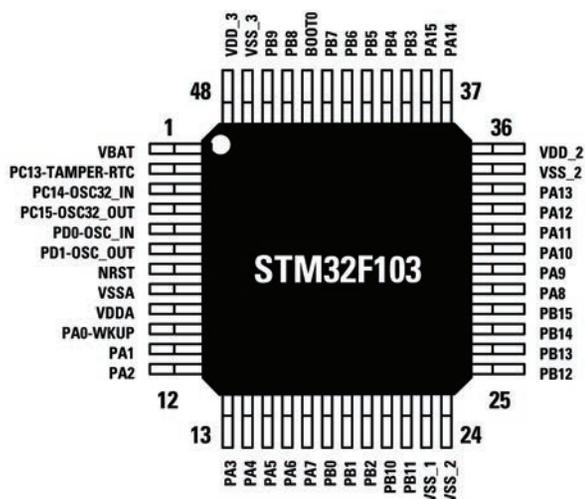


Figure 5 : Nous avons utilisé un microcontrôleur de la série ARM. Naturellement nous avons choisi le microcontrôleur le plus petit de la série car les périphériques à gérer, c'est-à-dire les LED et les pushers, sont peu nombreux.

L'effet antidouleur s'explique ainsi : les impulsions rayonnées par notre bande de tissu agissent en concurrence avec celles de la douleur et, comme elles circulent plus rapidement, elles arrivent au cerveau les premières, si bien que le cerveau «oublie» en quelque sorte le nerf enflammé douloureux.

La variation automatique de la fréquence la plus basse jusqu'à la fréquence la plus haute (variation opérée par notre appareil), sert à envoyer les impulsions bénéfiques exactement sur le nerf dont la longueur est comparable à la longueur d'onde de l'impulsion produite.

Par conséquent, si par hypothèse le nerf malade a une longueur de **70 cm**, il absorbera toutes les impulsions de **88-108 MHz**. Si le nerf malade a une longueur «X», les impulsions de fréquence absorbées seront égales à :

$$f \text{ en MHz} = 300\,000 : \text{«X»mètres longueur nerf}$$

En fait on procède de la même manière que lorsqu'on calcule la fréquence d'accord en fonction de la longueur d'onde pour concevoir et fabriquer une antenne.

Pensez que les nerfs sont comme des antennes réceptrices sur lesquelles, en fonction de la longueur d'onde, s'exerce leur potentiel bénéfique à des fréquences bien déterminées. Comment est-il possible de fournir aux différents nerfs leur potentiel respectif ? Simple-ment par l'utilisation d'un **générateur RF** produisant une fréquence de base (nerfs longs) et qui, en procédant pas à pas, arrive à la fréquence la plus haute (nerfs plus courts).

Nous avons ajouté certaines fréquences fixes spécifiques pour certains traitements.

* Comme la main gauche et la main droite.

** **Primum non nocere** (d'abord ne pas nuire) est le principal adage (latin) de la médecine antique et cela figure toujours dans le fameux Serment d'Hippocrate que l'industrie pharmaceutique a depuis longtemps abjuré.

Le schéma électrique

Cet appareil de magnétothérapie a été conçu pour fonctionner avec une alimentation commerciale du type « bloc secteur », même multi tension, dont nous utilisons la sortie **12 V**. Naturellement nous vous suggérons de choisir une alimentation de bonne qualité et stabilisée, afin d'éviter que l'ondulation résiduelle ne se superpose à l'onde du traitement.

Pour plus de clarté dans l'exposition, nous avons divisé le schéma en sous-ensembles de couleurs différentes (voir figure 4).

Sous-ensemble microcontrôleur

Le microcontrôleur a pour fonction d'activer, au moyen de trois poussoirs, toutes les commandes permettant de modifier le type de modulation et la durée du traitement. En outre, à travers les sorties **42** et **30**, le micro fournit un signal modulé par une fréquence de **400 kHz**. Naturellement il se charge d'allumer les LED correspondant à la commande passée. À la fin du traitement, il active le buzzer et éteint la modulation de **400 kHz**.

Sous-ensemble B

Le signal de **400 kHz** produit par le micro à travers les ports **IC2/A - IC2/B** pilote le transistor **TR1** avec le signal composite radiofréquence (RF) qui sera rayonné par la bande de tissu. Bien entendu l'autre canal est en tout point symétrique.

Sous-ensemble A

Il s'agit d'un oscillateur libre lequel, en s'ajoutant au signal produit par le micro, l'enrichit en harmoniques si bien que le signal effectivement rayonné par la bande de tissu contient des harmoniques allant jusqu'à la gamme des **400-500 MHz**.

Sous-ensemble C

Ce circuit sert pour tester (voir **R27**) la présence du signal **RF** et par conséquent du diffuseur. Comme vous le voyez, le circuit comporte un redresseur de précision formé de **DS10, DS9, IC2F**.

Si le signal de la broche **2** de **IC4** n'est pas détecté, le double compteur allume la LED **DL2** en lumière fixe. Au contraire, en présence du signal, le double compteur s'occupe de faire clignoter la LED **DL2**, avec des fréquences optiquement perceptibles, afin de confirmer le fonctionnement normal de l'appareil. Le groupe correspondant à **IC1/F** fonctionne exactement de la même manière.

Les commandes du microcontrôleur

Fréquence SW

Si aucune fréquence n'est choisie, le microcontrôleur produit un signal formé d'une série de paquets, chacun desquels couvrant un intervalle de temps d'environ **100 microsecondes (µs)** avec à l'intérieur une série d'impulsions d'environ **400 kHz**.

Ces **impulsions**, atteignant une amplitude d'environ **70-80 V crête/crête**, sont rayonnées par une **bande de tissu** et, comme elles pénètrent dans le corps en profondeur, elles procurent rapidement leur action thérapeutique **bénéfique**.

Les **impulsions thérapeutiques** à utiliser en **magnétothérapie RF** sont des **paquets** composés de **40 (400 kHz) impulsions** très étroites d'une durée totale de **100 µs (100 kHz)**.

Par rapport à l'appareil de magnétothérapie précédent **EN1610**, nous avons ajouté la fréquence de **78 Hz** et donc la nouvelle séquence dispositif est la suivante :

78	impulsions par seconde
156	impulsions par seconde
312	impulsions par seconde
625	impulsions par seconde
1 250	impulsions par seconde
2 500	impulsions par seconde

Chacun de ces cycles est répété **5 fois** avec les durées **crescendo** suivantes :

- **78 impulsions** pendant **2 minutes**
- **156 impulsions** pendant **2 minutes**
- **312 impulsions** pendant **2 minutes**

- **625 impulsions** pendant **2 minutes**
- **1 250 impulsions** pendant **2 minutes**
- **2 500 impulsions** pendant **2 minutes**.

Cela de manière à atteindre **60 minutes** au total. Cette durée étant écoulée, le microcontrôleur **IC5** interrompt le traitement et signale l'interruption par une **note acoustique** du buzzer.

Fréquence de 78 à 2 500 Hz

Nous avons inséré une caractéristique que seul l'appareil de magnétothérapie **EN1293** possédait : la possibilité de sélectionner à volonté la fréquence modulante.

Le seuil de puissance du micro n'étant pas atteint, nous avons fait la chose suivante : en pressant la touche **Freq.** et en sélectionnant une des **6 fréquences**, un signal caractérisé par un rapport cyclique correspondant à la fréquence choisie se produit.

Durée C

Par rapport à la version précédente nous avons inséré la possibilité de la **programmation** de la durée de la thérapie. En pressant la touche **Time** nous allumons la **LED C** et imposons à l'appareil de magnétothérapie RF un cycle de **60 minutes** à l'infini.

Durée de 1 heure à 6 heures

Si en revanche nous choisissons une valeur entre **1** et **6**, en pressant **1** nous paramétrons un traitement minimal de **1 heure**, en pressant **2** nous paramétrons un traitement de **2 heures** et ainsi de suite jusqu'à **6 heures**.

Naturellement ces fréquences sont totalement sans danger et ne produisent aucun type de sensation sur notre peau.

Si les diffuseurs fonctionnent et si le signal est correctement présent à la sortie, les LED correspondantes, **DL1** ou **DL2** ou les deux, clignotent.

Si ces LED restent **éteintes** c'est que l'enroulement à l'intérieur de la **bande de tissu rayonnante** est en **court-circuit** ou que le diffuseur n'est pas correctement branché.

La réalisation pratique

Pour rendre le montage portatif nous l'avons réalisé en technologie **CMS** et le matériel nécessaire est disponible auprès de nos annonceurs déjà programmé et testé, prêt à l'emploi. Nous avons pensé l'insérer à l'intérieur d'une petite valise 24 heures fort commode, pour que vous puissiez avoir l'appareil complet toujours avec vous – avec ses diffuseurs et son bloc d'alimentation – même en vacances.

Après avoir fixé le circuit **CMS** en face avant (voir figure 1), vous devez fixer les deux tubes à la valise au moyen des vis autotaraudeuses présentes dans le matériel disponible. Posez dessus la face avant, que vous fixerez ensuite à l'aide des 6 trous des deux tubes.

Votre appareil de **magnétothérapie RF** est prêt pour l'utilisation.

Le mode d'emploi

L'utilisation pratique de cet appareil de **magnétothérapie** est fort simple. En effet, il suffit de brancher dans la **prise de sortie A** ou dans la **prise de sortie B** le jack de la bande de tissu rayonnante et de verrouiller.

Étant donné que les sorties sont séparées, il est possible d'utiliser une seule bande de tissu rayonnante ou bien les deux dans le cas où on doit traiter en même temps deux membres, ou bien une bande de tissu étroite à enrouler autour d'une jambe ou un bras et une bande large pour la poitrine ou le dos. Les illustrations des figures 15 à 26 fournissent des exemples de positions des bandes et leurs modalités d'application en magnétothérapie RF en fonction de l'affection à soigner.

Précisons que les bandes de tissu rayonnantes disponibles sont de deux types : l'une est rectangulaire (modèle **PC.1293** aux dimensions de **22 x 42 cm**) et l'autre est allongée. Comme une écharpe (modèle **PC.1324** aux dimensions de **13 x 85 cm**).

Liste des composants EN1796K

R1	.....	1 M
R2	.....	1 k
R3	.....	1 k
R4	.....	22
R5	.....	2,2 k
R6	.....	270
R7	.....	22
R8	.....	22
R9	.....	22
R10	...	10 k
R11	...	1 k
R12	...	100 k
R13	...	1 k
R14	...	22 k
R15	...	270
R16	...	33 k
R17	...	1 k
R18	...	22
R19	...	2,2 k
R20	...	270
R21	...	22
R22	...	22
R23	...	22
R24	...	10 k
R25	...	100 k
R26	...	1 k
R27	...	1 k
R28	...	22 k
R29	...	270
R30	...	100
R31	...	100
R32	...	100
R33	...	100
R34	...	100
R35	...	100
R36	...	100
R37	...	100
R38	...	100
R39	...	100
R40	...	100
R41	...	100
R42	...	100
R43	...	100
R44	...	100
R45	...	10 k
R46	...	22 k
R47	...	1 M
R48	...	10 k
R49	...	10 k
R50	...	10 k
R51	...	2,2 k
R52	...	100
C1	.....	470 pF multicouche
C2	.....	470 pF multicouche
C3	.....	4,7 µF électrolytique
C4	.....	100 nF multicouche
C5	.....	1 nF multicouche
C6	.....	100 nF multicouche
C7	.....	100 nF multicouche
C8	.....	100 pF multicouche
C9	.....	100 pF multicouche
C10	...	10 nF multicouche
C11	...	1 nF multicouche
C12	...	100 nF multicouche
C13	...	4,7 µF électrolytique
C14	...	1 nF multicouche
C15	...	1 nF multicouche
C16	...	1 nF multicouche
C17	...	100 nF multicouche
C18	...	1 µF multicouche
C19	...	100 nF multicouche
C20	...	1 nF multicouche
C21	...	100 nF multicouche
C22	...	100 pF multicouche
C23	...	100 pF multicouche
C24	...	10 nF multicouche
C25	...	1 nF multicouche
C26	...	1 nF multicouche
C27	...	1 nF multicouche
C28	...	1 nF multicouche
C29	...	22 pF multicouche
[...]		
C32	....	22 pF multicouche
C33	...	100 nF multicouche x4
C34	...	100 nF multicouche
C35	...	100 nF multicouche
C36	...	4,7 µF électrolytique
JAF1	..	1 µH
JAF2	..	10 µH
JAF3	..	100 µH
JAF4	..	10 µH
JAF5	..	100 µH
JAF6	..	10 mH
XTAL1		quartz 1 MHz
XTAL2		quartz 32,768 kHz
DS1	...	1N4150
[...]		
DS4	....	1N4150
DS5	...	BA592
DS6	...	1N4150
[...]		
DS12	..	1N4150
DL1	...	LED
[...]		
DL17	..	LED
TR1	...	NPN BFG135
TR2	...	NPN BFG135
TR3	...	NPN BC847
IC1	....	74HC04
IC2	....	74HC04
IC3	....	TA78L05
IC4	....	HC4520
IC5	....	STM32F103
IC6	....	K2936
P1	.....	poussoir
[...]		
P3	.....	poussoir
CONN1		connecteur 7 pôles
Buzzer		à disque piézoélectrique

Note : **tous les composants sont des CMS.**

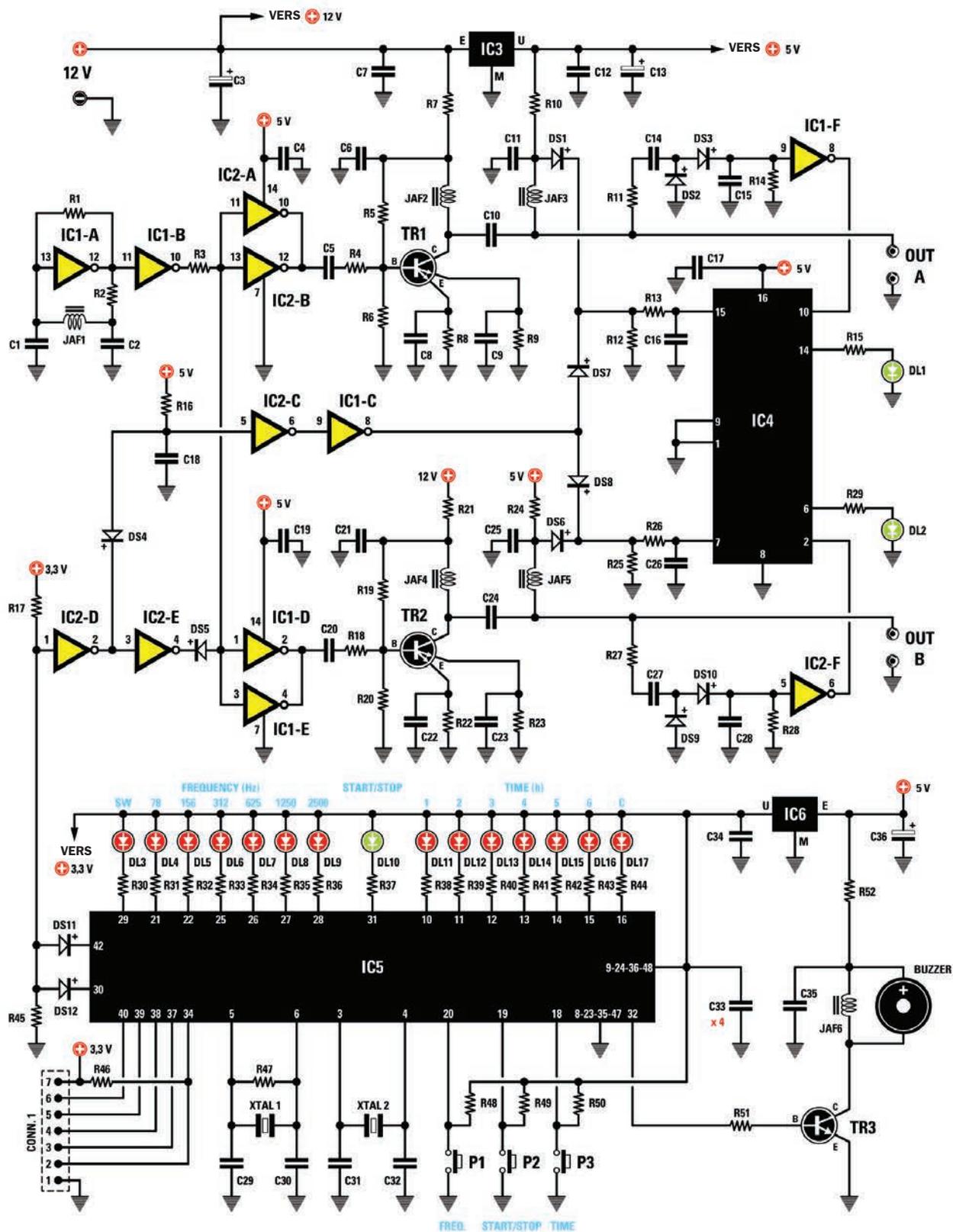


Figure 6 : Schéma électrique de l'appareil de magnétothérapie EN1796K. La seule version de ce montage qui existe est en CMS parce que nous avons dû nous conformer à la nature du microcontrôleur qui est justement un CMS. Mais aussi parce que beaucoup de lecteurs nous ont demandé de miniaturiser le circuit.

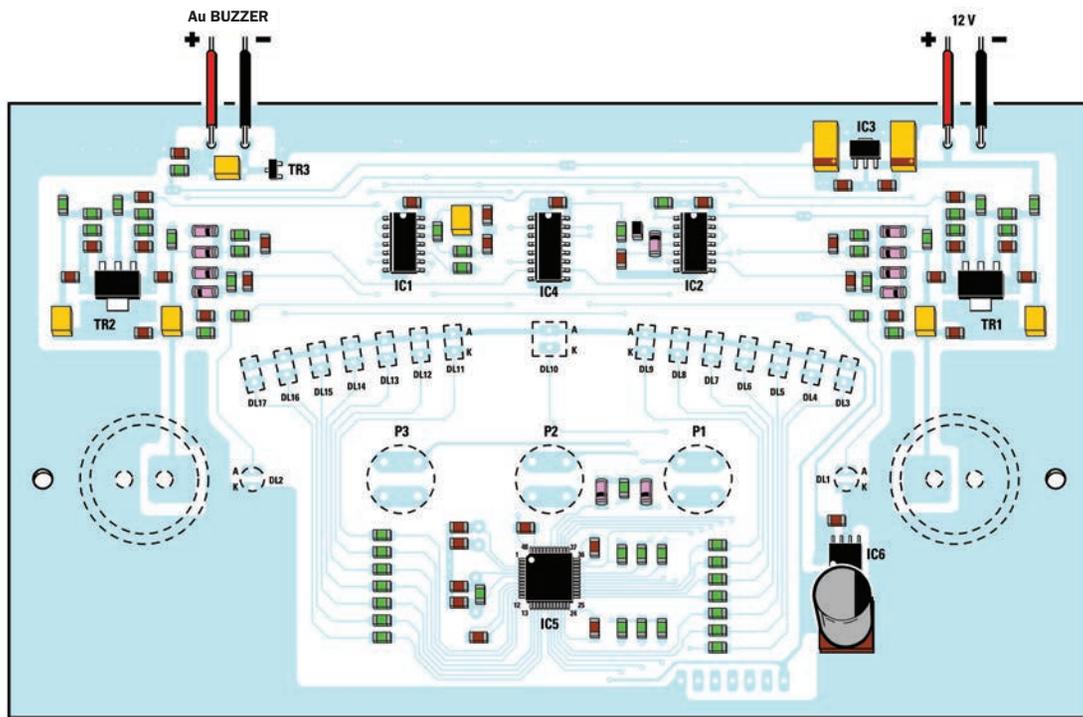


Figure 7 : Schéma d'implantation des composants de la platine de l'appareil de magnétothérapie vue du côté des composants CMS.

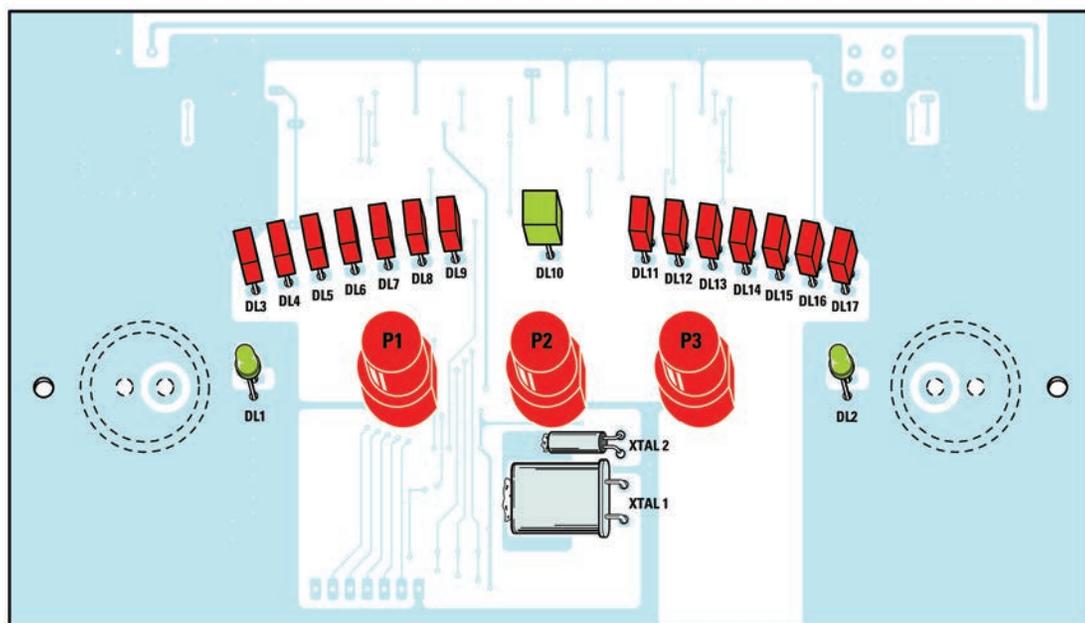


Figure 8a : Schéma d'implantation des composants de la platine de l'appareil de magnétothérapie vue du côté où se trouvent les autres composants (les poussoirs, les LED et les quartz).

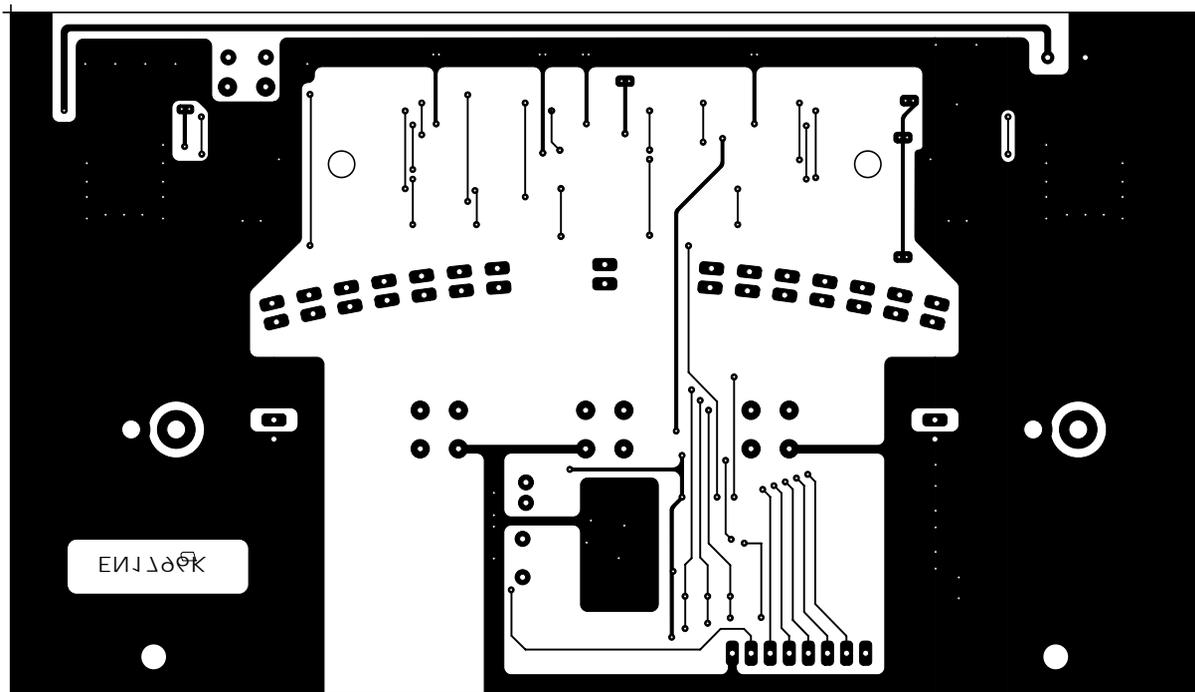


Figure 8b-2 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'appareil de magnétothérapie, côté «soudures» où sont montés les quartz, les poussoirs et les LED.

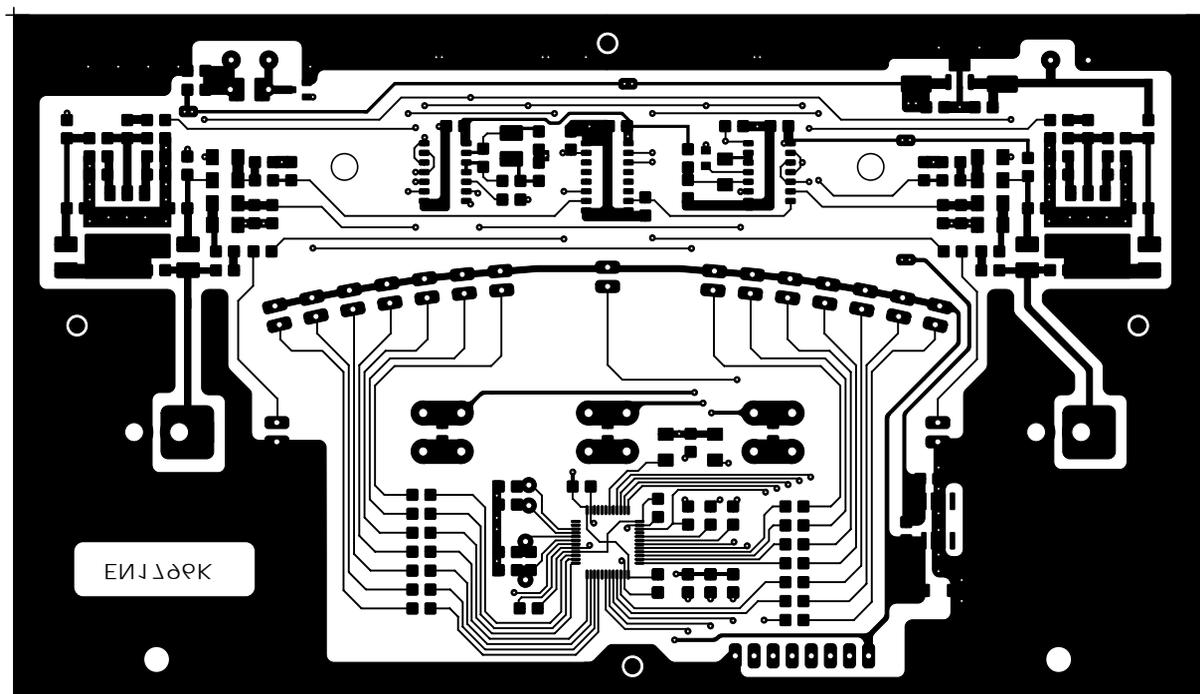


Figure 8b-1 : Dessin, à l'échelle 1:1, du circuit imprimé double face à trous métallisés de l'appareil de magnétothérapie, côté composants CMS.

Figure 9 : Photo de la bande de tissu rayonnante modèle PC.1293 dont les dimensions sont 22 x 42 cm avec le cordon et le jack professionnel. Cette bande est indiquée pour traiter les grandes parties du corps, on l'utilisera par exemple pour éliminer la douleur du dos, de la poitrine et plus généralement pour renforcer le déficit immunitaire de l'organisme.

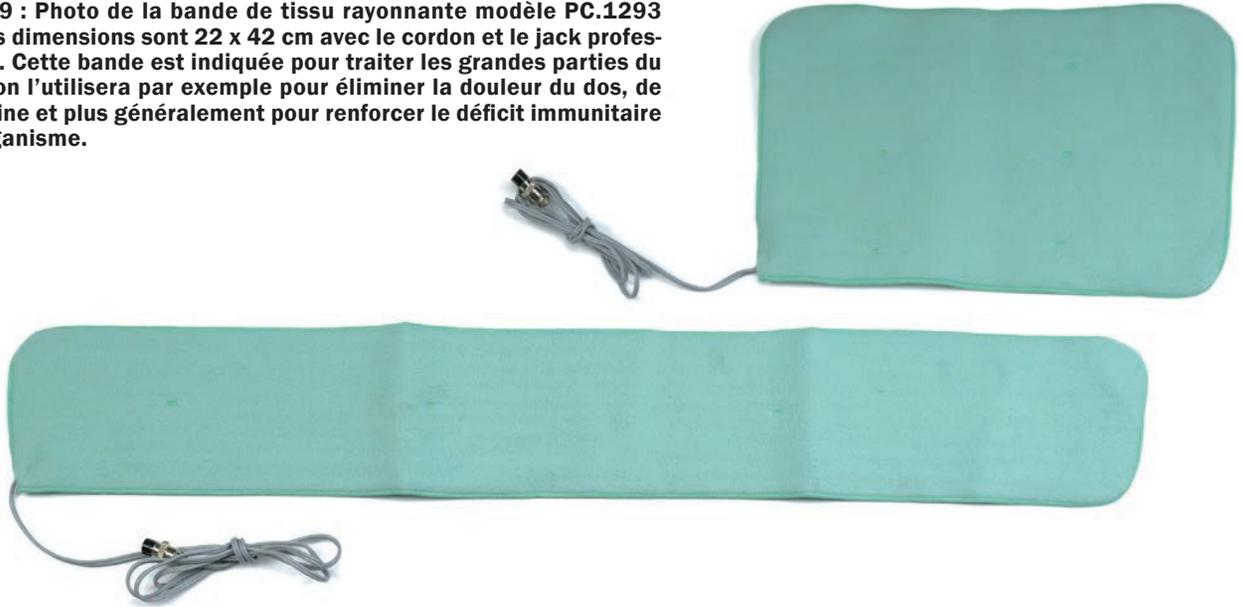


Figure 10 : Photo de la bande de tissu rayonnante modèle PC.1324 dont les dimensions sont 13 x 85 cm avec le cordon et le jack professionnel. Cette bande - en forme d'écharpe - est particulièrement indiquée pour soigner les cervicales, pour calmer les douleurs aux articulations et pour accélérer la calcification des os en cas de fractures ou de luxations.

Figure 11 : Les aires colorées correspondent aux zones de rayonnement de la douleur quand les vertèbres cervicales C3-C8 ou les vertèbres thoraciques T1-T5, en raison de traumatismes de diverses natures, subissent une dégénérescence ou une altération, au point de comprimer les nerfs qui traversent les canaux intervertébraux.

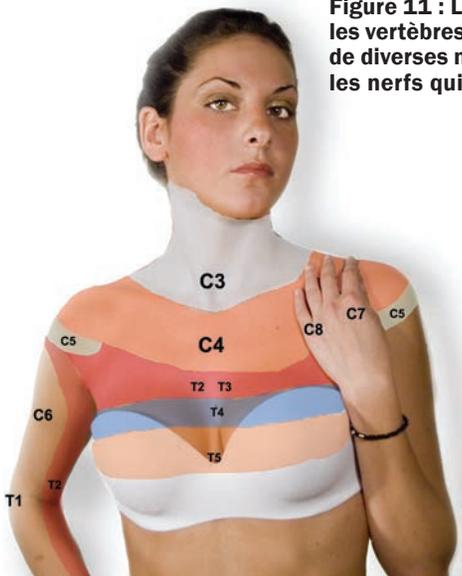


Figure 12 : Sur la photo ci-contre les aires colorées correspondent aux zones de rayonnement de la douleur quand ce sont les vertèbres lombaires L2-L5 qui subissent une dégénérescence ou une altération à la suite d'un traumatisme.

Figure 13 : Sur la photo de droite les aires colorées correspondent aux zones de rayonnement de la douleur quand ce sont les vertèbres lombaires L5 qui subissent une dégénérescence ou une altération de différentes natures. Vous pouvez remarquer qu'un traumatisme sur les petites vertèbres sacrées S1-S3 provoque l'irradiation de la douleur sur une surface très vaste.

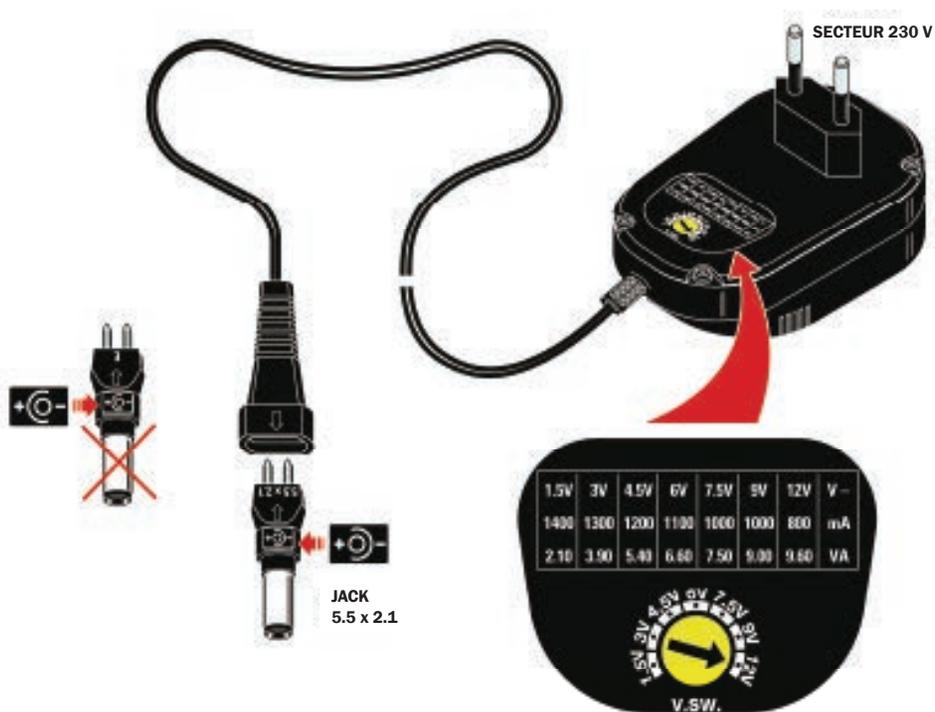


Figure 14 : La magnétothérapie est alimentée par le bloc secteur KM03.001. Afin d'éviter d'endommager le circuit vous devez, avant de l'alimenter, sélectionner la bonne tension d'alimentation : réglez-la sur 12 V au moyen du commutateur rotatif. Vous devrez également sélectionner la polarité de la tension de sortie en insérant correctement le jack 5.5 x 2.1 : quand le mode de branchement est correct, on a le + au centre et le - à la périphérie, comme le montre la figure.



Figure 15 : Pour soigner le torticolis et la douleur aux cervicales, il suffit d'enrouler la bande de tissu rayonnante autour du cou comme si c'était une écharpe.

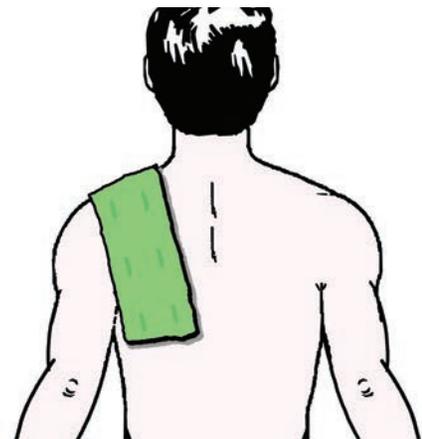


Figure 16 : Pour soigner les douleurs à l'articulation de l'épaule, vous pouvez là encore utiliser la bande de tissu rayonnante. Placez-la en écharpe sur la zone douloureuse à droite ou à gauche.

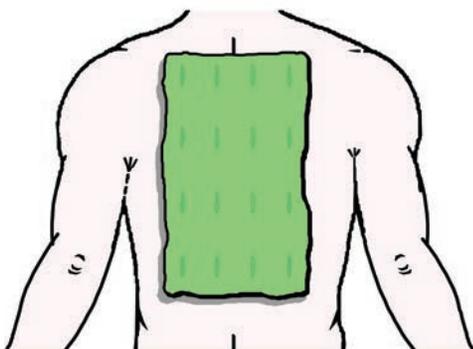


Figure 17 : Pour les douleurs du dos localisées le long de la colonne vertébrale, il faut glisser la bande de tissu rayonnante sous la chemise ou le chandail pour la maintenir en position.

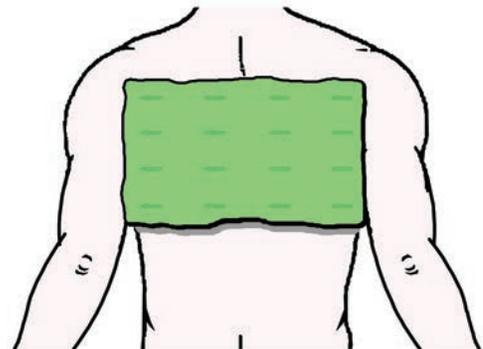


Figure 18 : La bande de tissu rayonnante peut être également placée sur le dos dans le sens horizontal. Si vous voulez soigner des formes légères de bronchite, vous pouvez la placer sur la poitrine.

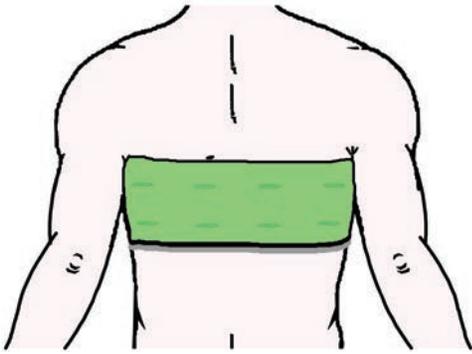


Figure 19 : Pour les douleurs intercostales, vous pouvez utiliser la bande de tissu rayonnante la plus longue en l'enroulant autour du buste. Maintenez-la en place en l'insérant sous la chemise ou le chandail.

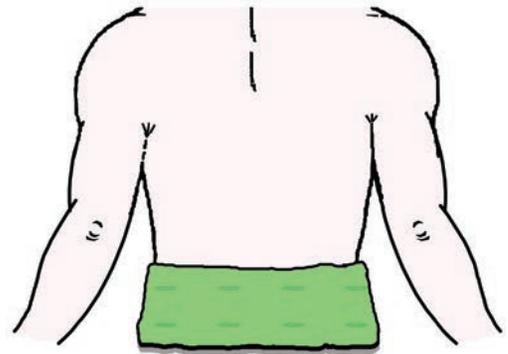


Figure 20 : En cas de douleurs au niveau des lombaires sacrées et de névralgie du nerf sciatique, vous pouvez utiliser la bande de tissu rayonnante la plus large ou la plus étroite en fonction de la zone concernée.

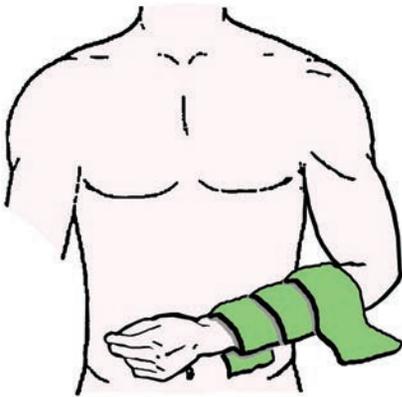


Figure 21 : Pour accélérer la calcification des os après une fracture de l'avant-bras, vous devez enrouler la bande de tissu rayonnante tout autour de la zone concernée, même si elle est plâtrée.



Figure 22 : Vous pouvez également utiliser la bande de tissu rayonnante pour calmer les douleurs localisées dans la région lombaire comme celles provoquées par une hernie discale.

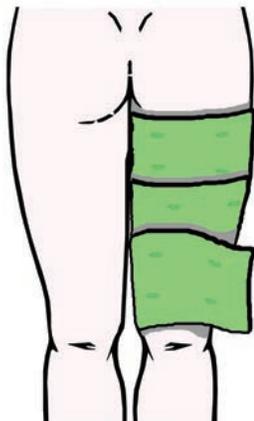


Figure 23 : Pour atténuer la douleur provoquée par la sciatique ou une déchirure musculaire sur les membres inférieurs, enroulez la bande de tissu rayonnante autour de la zone concernée.

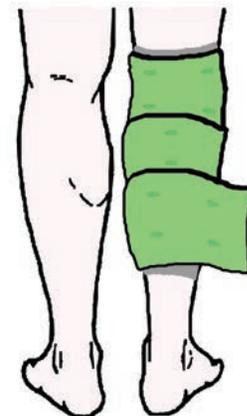


Figure 24 : La magnétothérapie est efficace même pour calmer la douleur à l'articulation du genou ou celle provoquée par les déchirures musculaires, fréquentes chez les sportifs.

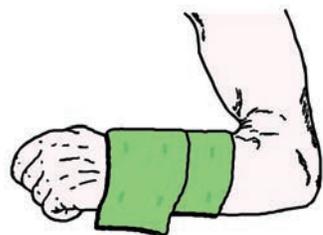


Figure 25 : En cas de douleur provoquée par d'autres causes, arthrose, fracture, luxation, au pouce ou à l'avant-bras, enroulez la bande de tissu rayonnante comme indiqué sur la figure.

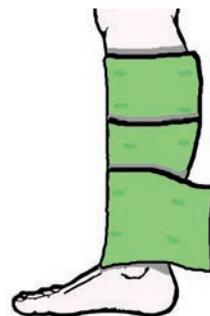


Figure 26 : La magnétothérapie se révèle efficace également pour accélérer le processus de guérison en cas de fracture ou de luxation du tibia, du péroné ou encore de la malléole.

Le microcontrôleur utilisé pour cette magnétothérapie RF est un **ARM 32-bits Cortex™-M3 CPU Core** de **ST Microelectronics STM32F103C8T6**.

CARACTÉRISTIQUES :

Fréquence maximale : 72 MHz

Mémoire

64 Ko de mémoire FLASH
20 Ko de mémoire SRAM

Alimentation, reset

De 2,0 V à 3,6 V.
Power On Reset (POR)
Power Down Reset (PDR)
Programmable Voltage Detector (PVD)

Horloge (Clock)

Oscillateur 4 - 16 MHz
Oscillateur 32 Khz pour le Real Time Clock (RTC) avec calibration
RC interne 8 Mhz (HSI)
RC interne 40 Khz (LSI)
PLL de 1 à 9 pour l'horloge de la CPU

Low power

Fonction Sleep, Stop et Standby
Vbat alimentation pour RTC et sauvegarde registres système

Convertisseur A/N 2 x 12 bits

Gamme de conversion 0 - 3,6 V
Modalité Dual-sample & hold
Capteur de température interne
10 canaux par dispositif

DMA

7 canaux de DMA (Direct Memory Access)
Périphériques supportés : Timer, Adc, Spi, I2C, Usart

Ports I/O (fast)

37 broches de I/O toutes cartographiables sur 16 vecteurs d'interrupt externes
5 V tolérant

Débogage (fonction) - Serial Wire Debug (SWD) - JTAG

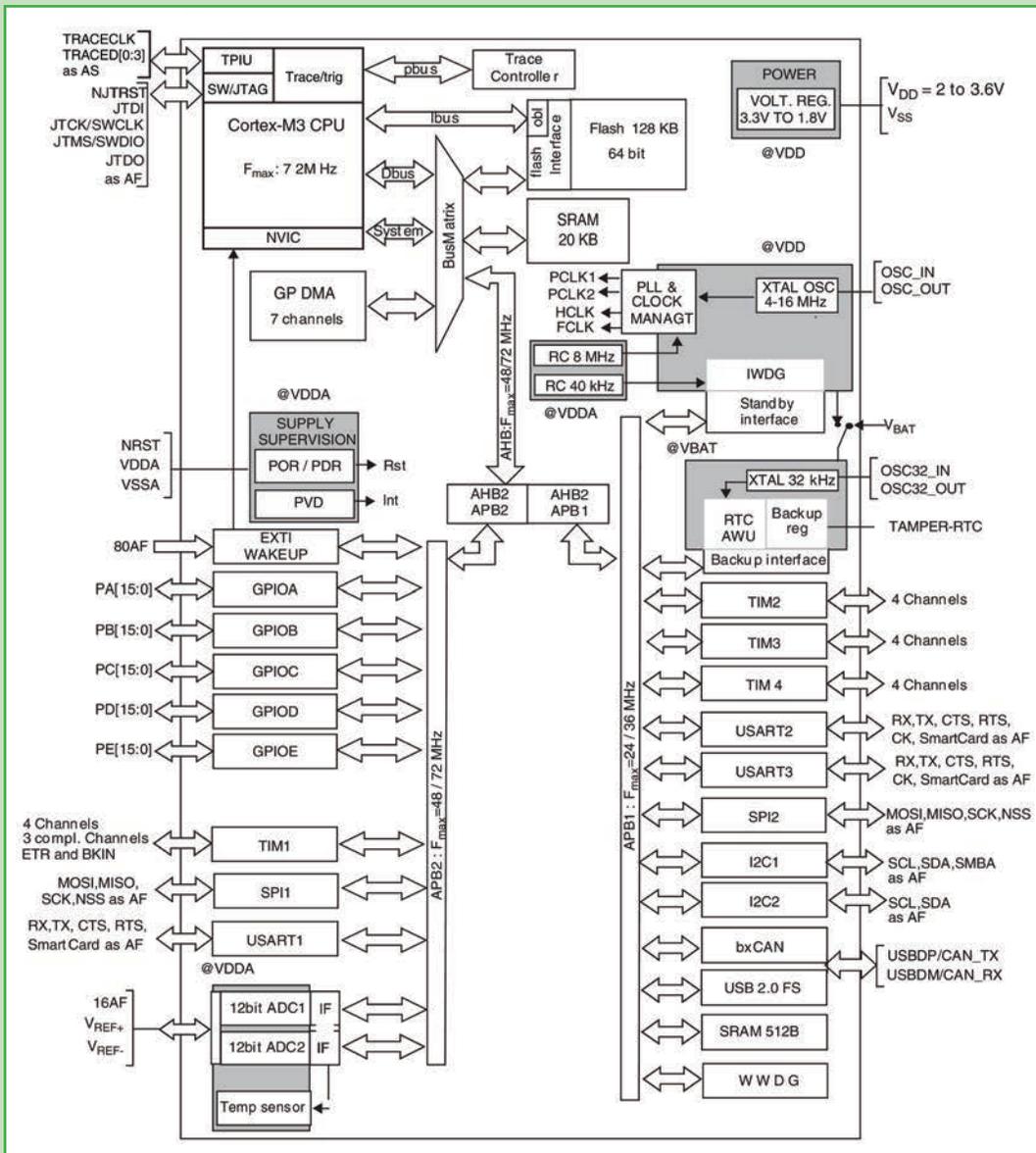
7 temporisateurs (timers)

- 3 Timers 16 bits chacun avec 4 entrées au maximum IC/OC/PWM/ Compteur d'impulsion:
- Input Capture (IC)
- Output Compare (OC)
- Pulse Width Modulation (PWM)
- Pulse Counter
- Timer 16 bits avec Pwm motor control
- 2 Watchdog timers
- SysTick timer avec downcounter à 24 bits

9 interfaces de communication

- 2 Interfaces communication série synchrone I2C
- 2 Interfaces communication série synchrone SPI
- 3 Interfaces communication série asynchrone USART (ISO 7816, Lin, modem control)
- 1 Interface communication CAN
- Interface de communication USB 2 full speed

STM32F103xx performance line block diagram



Arrêtons-nous un peu sur le sous-ensemble **GP DMA**. Comme l'indiquent les caractéristiques générales, ce microcontrôleur dispose de 7 «canaux» DMA.

Le **DMA «Direct Memory Access»** (accès direct à la mémoire) est un mécanisme permettant au matériel du microcontrôleur d'accéder directement à la mémoire du système pour :

- en changer les données,
- lire des périphériques,
- écrire sur les périphériques, sans avoir à réclamer la CPU pour chaque octet transféré par l'intermédiaire du mécanisme de l'interrupt et avec la demande d'opération qui s'ensuit. On a ainsi un seul interrupt par sous-ensemble transféré.

Le DMA, par l'intermédiaire de l'élément matériel (DMAC), a par conséquent pour rôle de gérer les données passant par le BUS, ce qui permet aux périphériques qui travaillent à des vitesses différentes de communiquer sans soumettre la CPU à une énorme charge d'interrupt qui interromprait continuellement les cycles d'opérations.

Dans un transfert DMA, un sous-ensemble de mémoire est par exemple copié d'un périphérique à un autre. Le processus de transfert des données entre les deux périphériques, se fait à travers des **bus switches** sur demande du DMAC. La CPU se contente de lancer le transfert en relâchant le bus de données, alors que le transfert véritable est effectué par le **contrôleur DMA** (DMAC). Le déplacement d'un sous-ensemble de mémoire par unité de mémoire extérieure à la mémoire principale est typique. Si cette opération se fait à travers le DMA, le processeur peut continuer à effectuer d'autres opérations.

Les opérations possibles par l'intermédiaire du DMA sont donc le transfert des données de mémoire à mémoire, de périphériques à mémoire et de mémoire à périphériques.

Horloge (Clock) trois

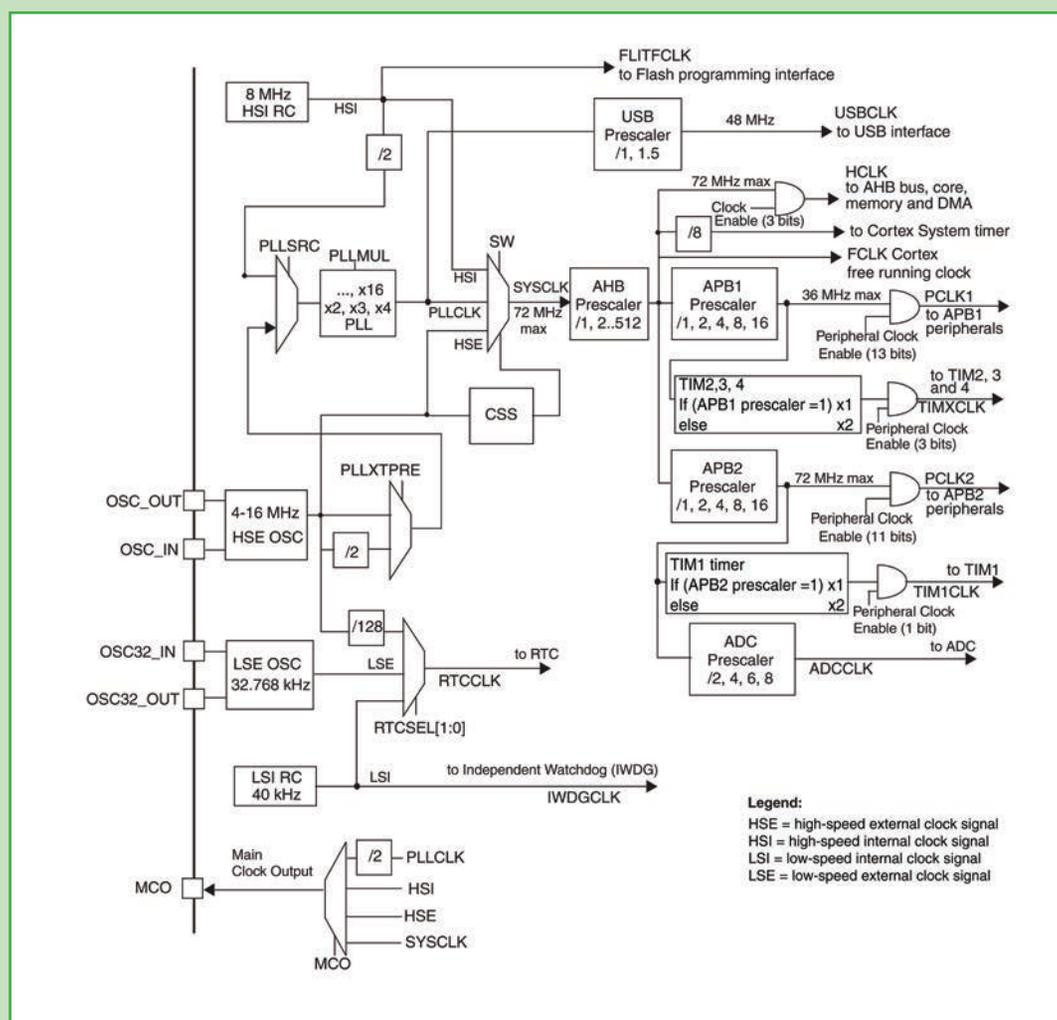


Diagramme par sous-ensembles de la gestion des horloges à l'intérieur du microcontrôleur

Dans le diagramme reproduit ci-dessus, il est possible de voir la variété et la complexité de la gestion des horloges et des temporisations de ce microcontrôleur.

Cette complexité permet cependant d'obtenir les effets les plus divers, ce dont les anciens microcontrôleurs de cette catégorie étaient incapables.

La configuration est confiée à de nombreux registres et une bonne connaissance du système et des mécanismes qui les régissent est indispensable. En utilisant les bibliothèques («libraries») téléchargeables gratuitement sur le site ST on peut obtenir des résultats encourageants en peu de temps.

Notes sur le logiciel de la magnétothérapie RF

L'une des routines principales du programme réalisé est celle qui permet de produire la fréquence de **400 kHz** sur la broche 30 du microcontrôleur (GPIO A9).

Dans notre cas c'est le TIMER1 qui a été utilisé ainsi que la fonction PWM sur le CANAL 2.

Voici le listing de la routine :

```
void TIMER1_Configuration(void) //
{
/*
Timer 1 pour avoir 400 kHz sur la broche GPIO A9
TIM1CLK = 72 MHz, Periode = 89(+1) ClockDivision = 0, Prescaler = 0, TIM2 counter clock = 800
KHz
Duty cycle = 45 pour avoir 400 kHz de pulsation sur PIN PA9
*/
TIM_TimeBaseStructure.TIM_Period = 89; //
TIM_TimeBaseStructure.TIM_Prescaler = 1; //
TIM_TimeBaseStructure.TIM_ClockDivision = TIM_CKD_DIV1; //
TIM_TimeBaseStructure.TIM_CounterMode = TIM_CounterMode_Up; //
TIM_TimeBaseInit(TIM1, &TIM_TimeBaseStructure); //
//
/*
PWM1 Mode configuration : Channel2
*/
TIM_OCInitStructure.TIM_OCMode = TIM_OCMode_PWM1; //
TIM_OCInitStructure.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable; //
TIM_OCInitStructure.TIM_Pulse = 45; //
TIM_OCInitStructure.TIM_OCPolarity = TIM_OCPolarity_High; // DUTY 45 ( 50 % freq ) 400 KHz
TIM_OC2Init(TIM1, &TIM_OCInitStructure); // Channel 2
//
TIM_OC2PreloadConfig(TIM1, TIM_OCPreload_Enable); //
//
/*
TIM1 enable counter
*/
TIM_Cmd(TIM1, ENABLE); //
}
```



Notre gamme de diffuseurs
pour la magnétothérapie
EN1680K

MODÈLE EPROM	FONCTION	TYPE de DIFFUSEUR	NOTES
	<p>MODÈLE DE BASE</p> <p>Gère 2 diffuseurs circulaires ou solénoïdes (cod. MP80)</p>		voir ELM numéro 99
	<p>MODÈLE B</p> <p>Gère 2 types de diffuseurs : - circulaire ou solénoïde (cod. MP80) - rectangulaire ou «en savonnette» (cod. MP1680) La fonction "store" mémorise les réglages paramétrés.</p>		voir ELM numéro 108
	<p>MODÈLE D</p> <p>Gère 3 types de diffuseurs : - circulaire (cod. MP80) - rectangulaire (cod. MP1680) - bande de tissu (cod. PC1680) La fonction "store" mémorise les réglages paramétrés</p>		voir ELM numéro 114

Note : le paramétrage est à effectuer lorsque les diffuseurs sont branchés.

Contre- indications

Les contre-indications à l'utilisation de cet appareil de **magnétothérapie** se limitent à deux seuls cas (en cas de doute, consultez votre médecin traitant) :

- les porteurs d'un **stimulateur cardiaque** ou pacemaker ne doivent **absolument pas l'utiliser** ;

- les **femmes enceintes** ne doivent **absolument pas l'utiliser** non plus.

Comment construire ce montage ?

Tout le matériel nécessaire pour construire cet appareil de magnétothérapie RF **EN1796K** (circuit imprimé,

coffret, bandes de tissu) est disponible chez certains de nos annonceurs.

Voir les publicités dans la revue.

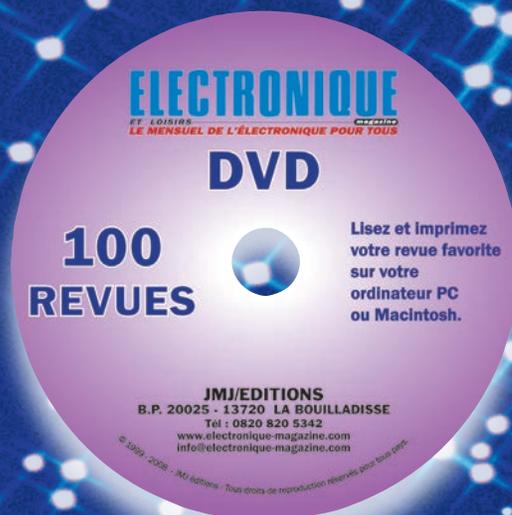
Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après :

<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/121.zip> ◆

DVD INTERACTIF : 100 NUMÉROS d'Electronique et Loisirs Magazine du N°1 au N° 100 Plus de 10.000 pages d'électronique 800 montages

Logiciel Adobe Acrobat Reader inclus

Clé USB de 2 Go offerte
pour l'achat de ce DVD



Prix : 249,00 €



Frais de port inclus pour la France CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.
Adressez votre commande à JMJ Editions B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE
Tél. : 0820 820 534 du lundi au vendredi de 9h à 12h
Vous pouvez également commander sur: <http://www.electronique-magazine.com>

Le sismographe... ou ces secondes maudites

Nous avons été les premiers à concevoir et rendre disponible pour les amateurs d'électronique un sismographe ayant des caractéristiques à faire pâlir le système le plus professionnel. La protection civile, les chercheurs et les amateurs éclairés se sont intéressés au nôtre depuis fort longtemps et grâce à tous les exemplaires présents dans les zones à risque (Italie, Turquie, Japon...) nous pouvons comparer, en temps réel, les données provenant des différentes stations de détection, même celles situées dans des pays lointains.



Le sismographe enregistre seulement les tremblements de terre. C'est bien connu, le sismographe peut détecter un tremblement de terre au moment où il se manifeste, mais il ne peut en aucune manière le prévoir. Cependant le sismographe, en détectant les **ondes P**, c'est-à-dire les premières ondes qui se propagent en surface, est en mesure de «pré annoncer» qu'après quelques dizaines de secondes (nous disons bien «dizaines de secondes») qu'une secousse plus importante se produira.

Le phénomène est en quelque sorte comparable à celui de la foudre : au moment où il se manifeste par un éclair lumineux nous savons en effet qu'après quelques secondes nous entendons le bruit du tonnerre ou mieux nous saurons à quelle distance la foudre est tombée (exactement 348 mètres multipliés par le nombre de secondes écoulées depuis l'éclair).

Dans le tremblement de terre ce déterminisme n'existe pas, mais nous nous contentons de ces quelques secondes qui peuvent nous sauver la vie.

La France, comme le reste du monde, est riche de millions d'années de transformations géologiques : sur notre sol se sont succédées les glaciations, les fleuves et les rivières ont déposé leurs sédiments et creusé des lits en auges ou en gorges.

L'alternance des glaciations et des périodes plus tempérées a déterminé la formation de lacs puis leur disparition quand ils ont été recouverts de couches de sédiments apportés par les cours d'eau. Ces sédiments soumis aux pressions géologiques titanesques et aux vibrations qui se produisent lors des tremblements de terre, perdent temporairement – mais toujours à l'improviste – leur résistance et ils se comportent alors comme un liquide dense. Les conséquences vont des coulées de boue, si la liquéfaction concerne un versant collinaire, aux glissements de terrain et à l'écroulement des édifices.

Tout le monde se souvient du séisme de Lambesc (en Provence) en 1909. Haroun Tazieff se plaisait d'ailleurs à répéter que la probabilité d'un nouveau séisme dans le sud de la

France n'était pas à exclure et que donc la prolifération des centrales nucléaires dans la Vallée du Rhône n'était pas sans poser de sérieux problème de sécurité publique.

Le plan **ORSECRA** étant, on l'a vu en 1986 après l'excursion d'un réacteur à Tchernobyl – quand le nuage radioactif s'est paraît-il arrêté à la frontière italienne ! –, d'une indigence préoccupante.

Mais il est vrai que ce sont surtout les autres pays du bassin méditerranéen qui ont payé un lourd tribut lors du dernier

siècle écoulé : Maghreb, Yougoslavie, Turquie, Italie... Sans parler de l'Extrême Orient : le Japon est, on le sait, souvent lourdement touché.

Les signaux qui font discuter

Beaucoup de chercheurs se démènent pour chercher à comprendre s'il existe des signaux prémonitoires des phénomènes sismiques.

On étudie en particulier :

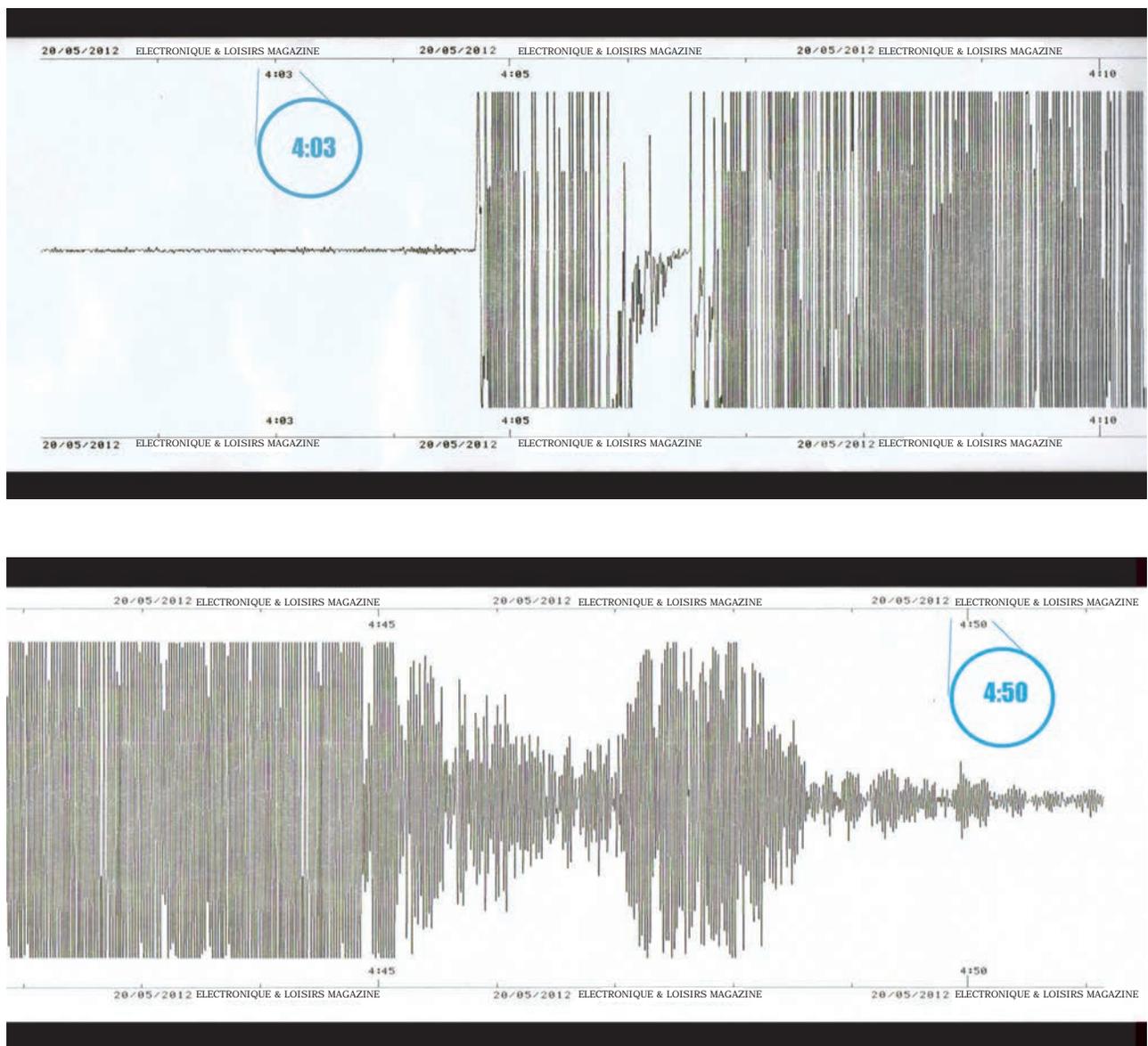
la présence de gaz radon :

il s'agit d'un gaz noble radioactif normalement emprisonné dans les roches et que le séisme libère dans l'air ;

la présence de décharges électrostatiques :

quand des matériaux de différentes natures se frottent entre eux, ils engendrent des décharges électrostatiques ;

Figure 1 : Ci-dessous, sismogramme du tremblement de terre survenu en Émilie (Italie) le 20 Mai 2012 et enregistré par le sismographe continuellement actif dans notre laboratoire. Pour des raisons d'espace, on a enlevé une grande partie centrale de tracé. Dans les marges du tracé sont indiqués le jour, le mois et l'année ainsi que l'heure et les minutes du début du séisme.



la présence de certaines fréquences sur les ondes moyennes :

cela est peut-être déterminé par l'effet piézoélectrique de certaines roches ;

les phases lunaires :

si la lune attire la mer (phénomène des marées), elle pourrait influencer également sur les mouvements de la «tectonique des plaques».

Bien sûr ces recherches n'ont pas fourni jusqu'ici des indications utiles, ni de réponse aux trois questions cruciales.

Quand ? Où ? De quelle magnitude ? :

comme pour beaucoup de questions qui ont obsédé les scientifiques pendant des décennies, nous ignorons aujourd'hui – en plein vingt-et-unième siècle – si la connaissance de ces phénomènes hyper complexes est à la portée du cerveau

humain (avec du temps et des ordinateurs de plus en plus rapides) ou s'ils resteront pour nous à jamais comme la manifestation d'un hasard opaque.

Pour le moment nous devons nous fier aux instruments qui sont à notre disposition, comme notre sismographe et à cette poignée de secondes qui séparent la manifestation des **ondes P** du tremblement de terre à proprement parler.

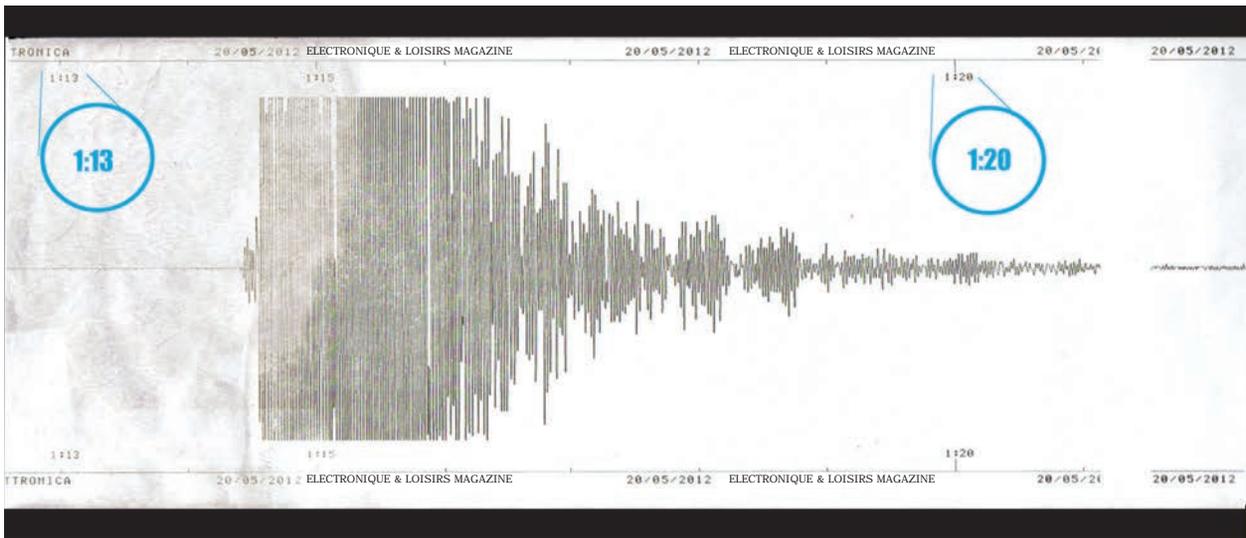


Figure 2 : Ce sismogramme a été enregistré à 1H13 dans la nuit du 20 Mai 2012 : il s'agit de la première secousse d'une certaine magnitude, elle a précédé celle – désastreuse – de 4H10.

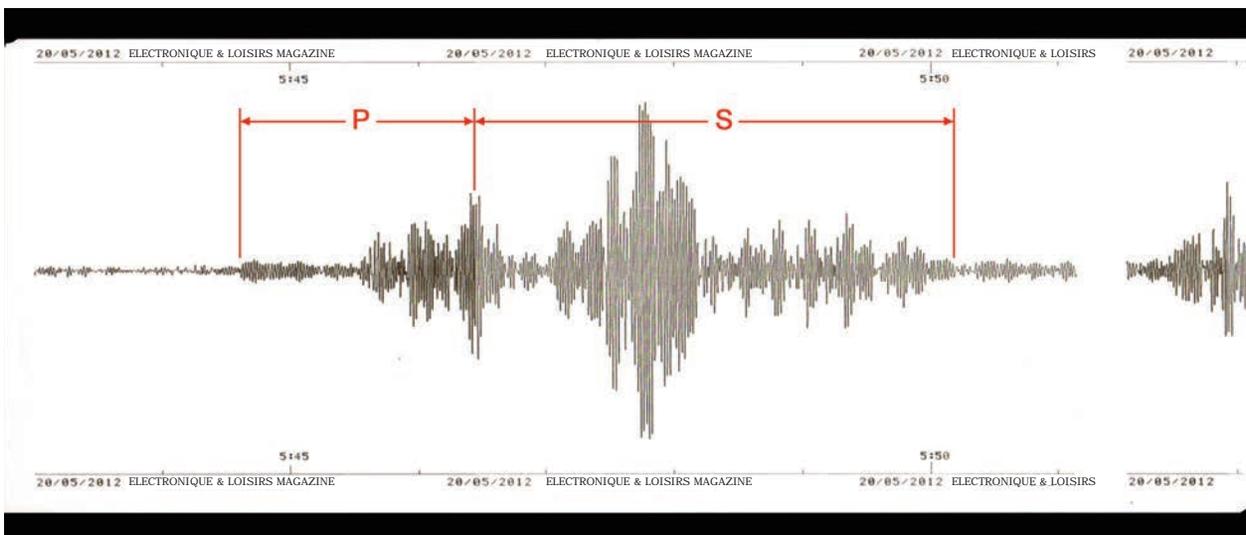


Figure 3 : Sur ce sismogramme nous avons mis en évidence les vibrations P ou primaires qui circulent à une vitesse de 545,4 Km par minute, c'est-à-dire 9,09 Km par seconde, avec une fréquence variable de 0,66 Hz à 0,50 Hz. Ces vibrations tracent sur le sismogramme de 30 à 40 sinusoides dans l'intervalle de 1 minute. Les vibrations S ou secondaires circulent à une vitesse de 300 Km par minute, c'est-à-dire 5 Km par seconde, avec une fréquence variable de 0,40 Hz à 0,25 Hz environ. Ces vibrations tracent sur le sismogramme de 24 à 15 sinusoides dans l'intervalle de 1 minute.

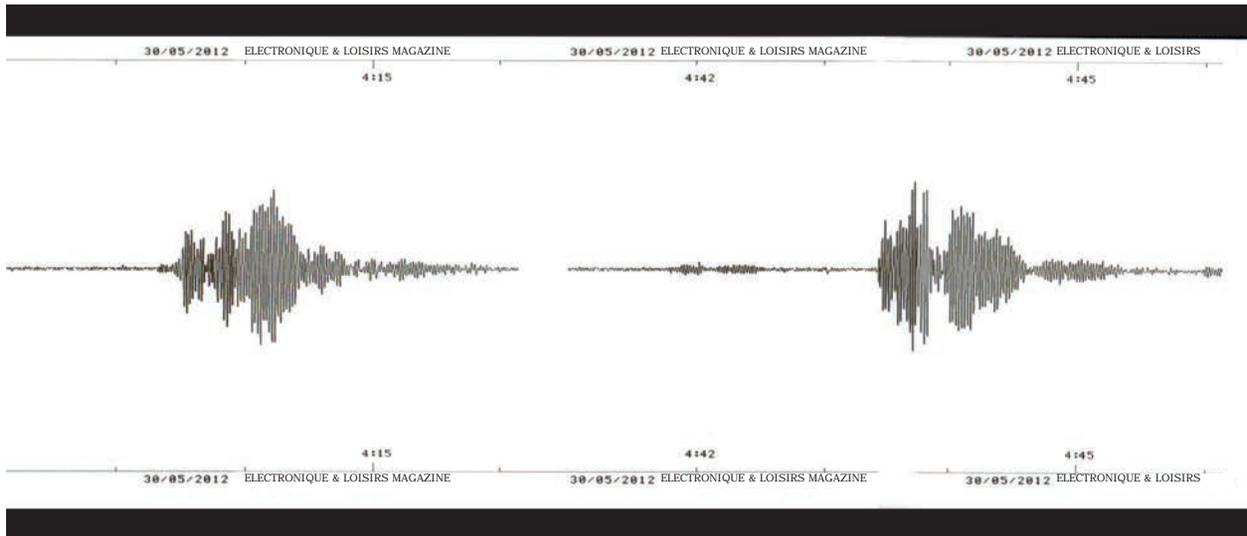


Figure 4 : Ce sismogramme est un exemple particulièrement éloquent de ce que l'on appelle «groupe sismique», un phénomène naturel caractérisé par une longue séquence de secousses sismiques d'intensité légère et moyenne, pouvant durer jusqu'à plusieurs mois et localisé dans une zone déterminée : en principe cette phase est suivie par un événement catastrophique. Ce phénomène a été enregistré dix jours avant l'événement du 20 Mai 2012.

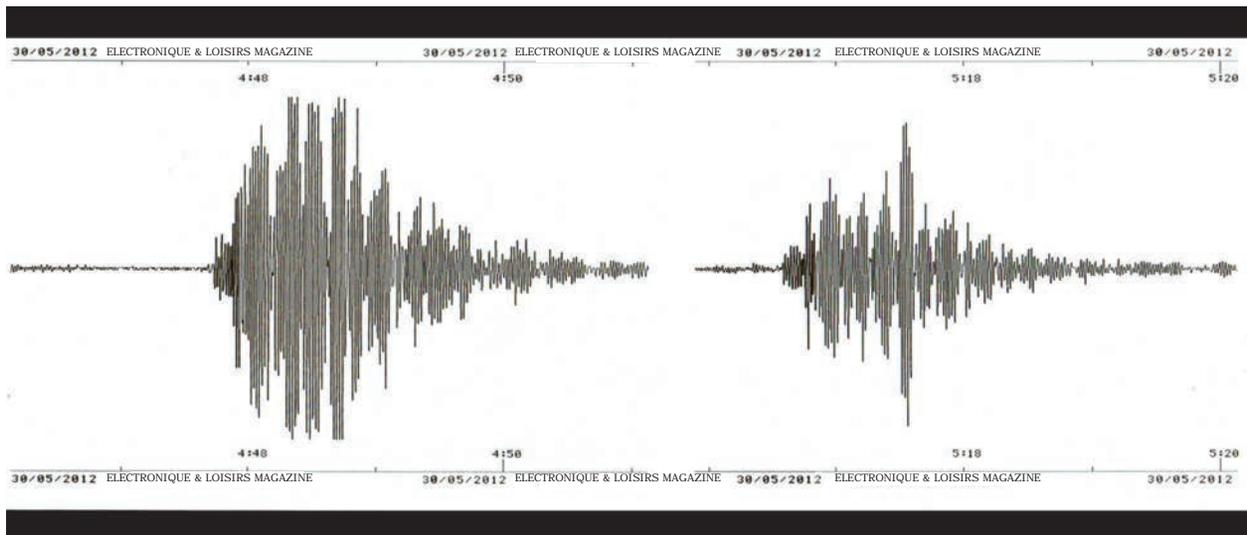


Figure 5 : La plupart des groupes sismiques se passent sans produire d'événements catastrophiques et vont en s'atténuant plus ou moins lentement au cours du temps. On a connu aussi des cas où ces groupes ont évolué vers une secousse importante : quand cela arrive, on enregistre souvent une augmentation continue de la fréquence et de l'intensité des secousses à proprement parler prémonitoires (voir figure 3). Toutefois, étant donné le caractère aléatoire du phénomène, il n'est pas actuellement possible de prévoir le déterminisme sismique d'un tremblement de terre important à partir d'un groupe sismique précurseur.

ELECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE se fait un devoir de diffuser un appareil aussi utile et disponible à un prix accessible. C'est seulement de cette manière que l'on pourra constituer un réseau de points de surveillance des séismes. La mise en commun des données pourra en effet se révéler véritablement profitable et même salvatrice.

Comment construire ce montage ?



Tout le matériel nécessaire pour construire ce sismographe **EN1500K** et **EN1358** (composant, circuit imprimé,

coffret) est disponible chez certains de nos annonceurs. Voir la publicité ci-dessous. Les typons des circuits imprimés et les programmes **lorsqu'ils sont libres de droits** sont téléchargeables à l'adresse ci-après:

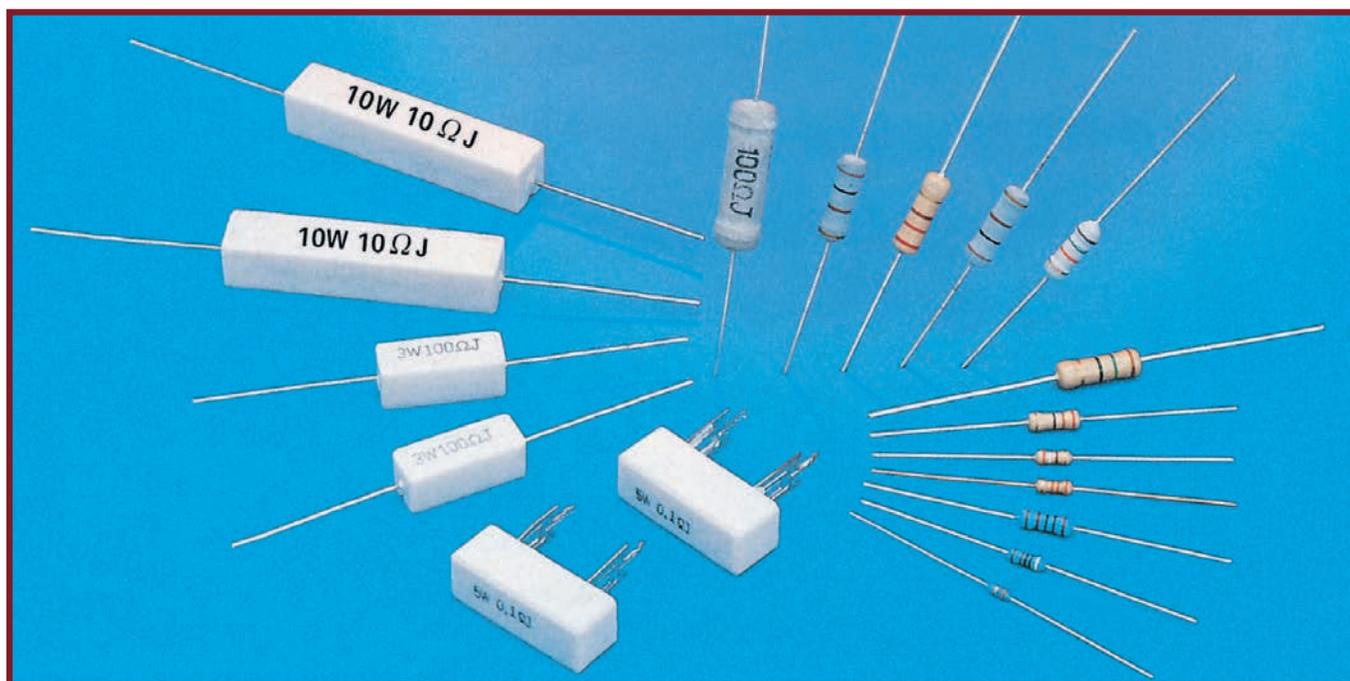
<http://www.electronique-magazine.com/circuitrevue/121zip>. ♦

Le bruit des résistances

Leçon d'approfondissement

APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE en PARTANT de ZÉRO

Eh oui, une résistance engendre du bruit (au sens électronique du terme), ce qui peut étonner de la part d'un composant aussi familier auquel nous ne prêtons que peu d'attention ! Cette brève Leçon d'approfondissement du Cours APPRENDRE L'ÉLECTRONIQUE en PARTANT de ZÉRO vous explique le phénomène et ses implications pratiques.



Les résistances sont des composants de base de l'électronique et c'est sans doute parce qu'elles sont aussi communes et familières qu'on ne leur accorde pas beaucoup d'attention, en tout cas dans les laboratoires amateurs. Pour contrecarrer cette tendance, nous avons cru bon de leur dédier ce **Cours d'approfondissement**. Nous y prendrons en considération une caractéristique particulière, connue sous le nom de «bruit des résistances».

Nous sommes enclins à penser que les résistances obéissent seulement à la Loi d'Ohm et que ce sont des composants idéaux, mais en réalité il s'agit d'une simplification.

La résistance réelle a en effet différentes composantes parasites (capacité, inductance) et elle produit du bruit. Le bruit, dans un système électronique, n'est rien d'autre qu'un signal qui interfère avec le signal utile et le modifie.

Il est généralement identifié par son spectre de fréquence, par la distribution de l'amplitude et par le mécanisme physique qui le produit. Dans cette Leçon c'est le bruit **thermique** et le bruit **shot** que nous prendrons en considération : ils sont dus au **principe de dissipation énergétique** de la résistance. Le bruit en excès dérive de la technologie de construction.

Bruit JOHNSON (thermique)

Le bruit – intrinsèque à chaque résistance – est dû à la température et on l'appelle souvent «**Johnson noise**» ou «**bruit Johnson**» en l'honneur de la personne ayant découvert le phénomène : l'ingénieur électronicien américain d'origine suédoise **John B. Johnson**, travaillait pour les célèbres **Bell Labs**.

On le définit comme un bruit thermique et il est produit par le mouvement chaotique des électrons causé par l'agitation thermique.

La formule pour calculer le bruit d'une résistance est la suivante :

$$V_n = \sqrt{(4 \times k \times T \times R \times B)}$$

où :

V_n : tension de bruit en **V_{rms}**

K : constante de Boltzmann = $1,38065 \times 10^{-23} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-2} \text{ K}^{-1}$;

T : température absolue en degrés **K** (Kelvin);

R : résistance en Ω ;

B : largeur de bande en Hz.

Dans les «datasheets» on prend **B = 1 Hz** parce que la tension de bruit est exprimée en :

$$V / \sqrt{\text{Hz}}$$

La bande du bruit thermique est théoriquement infinie ; heureusement la capacité parasite parallèle de la résistance intervient pour la limiter. La résistance et la capacité parasite forment un filtre passe-bas qui abaisse la bande passante du bruit.

Dans les calculs il est parfois plus commode d'utiliser le courant de bruit, qui s'obtient par la formule :

$$I_n = \sqrt{(4 \times k \times T \times B) / R}$$

La résistance peut être représentée comme une résistance idéale avec un générateur de tension de bruit **V_n** en série, ou bien comme une résistance et un générateur de courant de bruit **I_n** (voir figure 1).

Le bruit d'une résistance augmente avec sa valeur (comme la formule l'impliquait) et en ce sens les données contenues dans le **Tableau 1** sont explicites. Ces valeurs ont été calculées à la température de **25°C** avec une largeur de bande de **22 kHz**. La température en degrés (Kelvin) **K** se calcule avec la formule :

$$\begin{aligned} \text{°K} &= \text{°C} + 273,15 = \\ 25 + 273,15 &= 298,15 \text{ °K} \end{aligned}$$

Si nous prenons en considération une résistance de 1 k, son bruit thermique vaut :

$$\begin{aligned} V_n &= \sqrt{4 \times 1,38065 \times 10^{-23} \times 298,15 \times 1000 \times} \\ &\sqrt{22000} = 601 \text{ nV} \end{aligned}$$

Si nous consultons le **Tableau 1** nous voyons que pour la résistance de **1 k** la valeur de la **tension de bruit** correspond à **0,60 μ V**. Précisons que même la résistance des enroulements des transformateurs produit du bruit et il faut en tenir compte s'il s'agit de transformateurs de signal.

Bruit SHOT

Le courant traversant une résistance subit une fluctuation qui produit un bruit appelé **bruit «shot»**.

La formule pour calculer le courant de bruit shot est la suivante :

$$I_n = \sqrt{(2 \times q \times I \times B)}$$

où :

q est la charge de l'électron soit $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ (Coulomb) ;

I est le **courant continu** en **A** qui traverse la résistance ;

B est la **largeur de bande** en **Hz**.

Dans le **Tableau 2** nous avons indiqué le bruit produit par une résistance de **100 Ω** traversée par différents courants.

Par exemple, si une résistance de **100 Ω** est traversée par un courant de **1 A**, avec **B = 22 kHz** nous aurons :

$$\begin{aligned} I_n &= \sqrt{2 \times 1,602 \times 10^{-19} \times 22000} = \\ &83,9 \text{ nA} / \sqrt{\text{Hz}} \end{aligned}$$

La fluctuation du courant sera de **0,000006 %**. En fonction des valeurs reportées dans le **Tableau 2** on peut déduire que lorsque le courant diminue la fluctuation augmente.

Si nous prenons en considération la donnée du bruit lorsque le courant augmente, nous voyons que le bruit augmente avec une progression lente et un coup d'œil sur la formule permet de déduire que cela est fonction de la racine carrée du courant.

Le **bruit shot** a une valeur négligeable pour une utilisation normale dans un circuit, alors qu'il a un effet s'il est produit par des dispositifs à semiconducteur.

Bruit en EXCÈS

Le **bruit en excès** est produit par une tension constante appliquée aux extrémités d'une résistance.

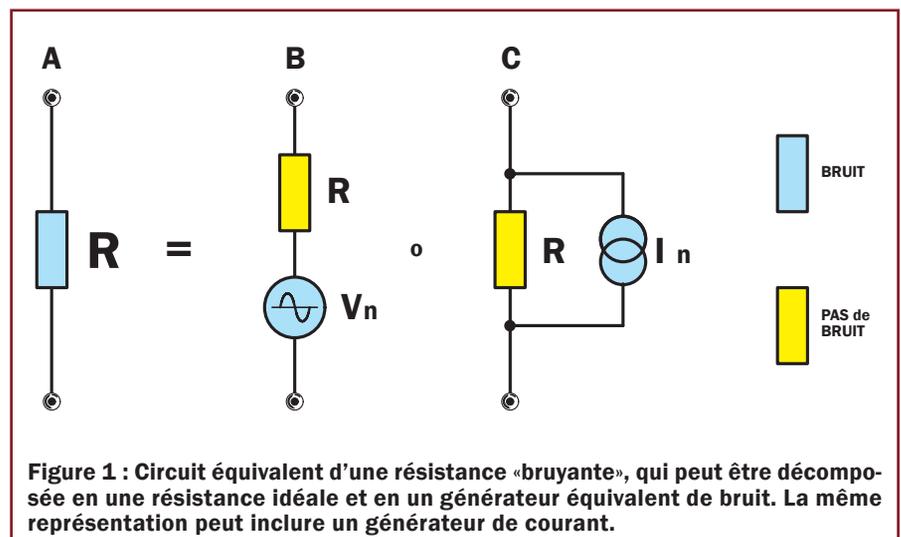


Figure 1 : Circuit équivalent d'une résistance «bruyante», qui peut être décomposée en une résistance idéale et en un générateur équivalent de bruit. La même représentation peut inclure un générateur de courant.

Tableau 1 : Bruit thermique dans les résistances

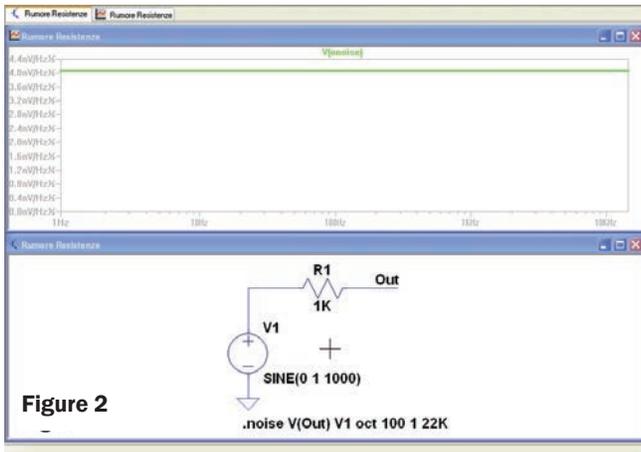


Figure 2

Résistance (Ω)	Tension de bruit (μV)	Tension de bruit (dBu)
1	0,018	-152,2
3,3	0,035	-147,0
10	0,060	-142,2
47	0,13	-135,5
100	0,19	-132,2
150	0,23	-130,4
200	0,27	-129,2
600	0,47	-124,4
1.000	0,60	-122,2
2.500	0,95	-115,2
5.000	1,35	-115,2
12.500	2,13	-111,2
25.000	3,01	-100,2
25.000	3,01	-108,2
1 meg (10 ⁶)	19,0	-92,2
1 giga (10 ⁹)	190	-62,2
1 tera (10 ¹²)	1.900	-32,2

Tableau 2 : Bruit shot dans les résistances

Courant DC	Courant de bruit (nArms)	Fluctuation (%)	R (Ω)	Tension de bruit (μV)	Tension de bruit (dBu)
1 nA	0,0026	0,27	100	0,000265	-189,3
1μA	0,084	0,0084	100	0,0084	-159,3
1 mA	2,65	0,00027	100	0,265	-129,3
1A	84	0,000008	100	8,39	-99,3

Sa valeur est très variable et dépend fortement de la technologie de construction utilisée pour la réalisation de la résistance : elle est directement proportionnelle à la tension appliquée. Cette valeur est communément exprimée en $\mu\text{V}/\text{V}$ et elle a une distribution de type $1/f$ (comme le bruit rose). Si nous consultons le **Tableau 3** nous voyons que les résistances à couche de carbone présentent des valeurs de bruit plus élevées. Les résistances étaient autrefois réalisées en pâte agglomérée de carbone, mais le bruit produit a conduit à l'abandon de cette technologie.

Considérations pratiques

Le bruit thermique est un phénomène physique dont la valeur est liée à la

valeur résistive du composant, en général le bruit produit par les composants à semiconducteur du circuit est plus élevé. C'est pourquoi on tend à utiliser de faibles valeurs résistives afin d'avoir un niveau de bruit moindre (aux dépens du rendement).

Comme nous l'avons montré, le bruit en excès est dû à la tension continue appliquée aux extrémités de la résistance.

Si les résistances à couche de carbone étaient utilisées dans les réseaux de polarisation d'entrée des étages amplificateurs, elles pourraient créer des problèmes.

Les résistances CMS à film fin ont, par rapport à celles à film épais, un bruit en excès moindre : cela est dû à la technologie de construction différente et à l'homogénéité de la couche résistive.

En général les résistances les plus bruyantes sont les traditionnelles à film de carbone ou bien les CMS à film épais.

En cas d'application nécessitant un bruit moindre, on utilise des résistances à film métallique ou bien à fil bobiné. Le bruit en excès est lié aussi aux dimensions physiques de la résistance, il est inférieur dans les résistances de plus grandes dimensions.

Dans le graphique de la figure 3 vous pouvez noter que le bruit d'une gamme de résistances à couche de carbone diminue quand la puissance dissipée augmente.

Avec l'utilisation des amplificateurs opérationnels, les tensions continues et les courants sont faibles, par conséquent le problème du bruit en excès est marginal.

La formule du bruit dans une résistance peut être réécrit comme suit :

$$V_n = \sqrt{4 \times k \times T \times R} \times \sqrt{B}$$

Il existe un instrument commode pour analyser le bruit : le **simulateur LTSpice**, dont nous parlons dans un article de ce même numéro d'**ÉLECTRONIQUE & LOISIRS MAGAZINE**.

La figure 2 vous montre le circuit utilisé pour simuler : il s'agit d'une résistance de **1 k** pilotée par un générateur idéal dépourvu de bruit.

L'analyse est effectuée dans la bande de **1 Hz à 22 kHz**.

Le bruit est d'environ :

$$4,06 \text{ nV} / \sqrt{\text{Hz}}$$

alors que dans le **Tableau 1** il est donné pour une bande **B = 22 kHz**.

Par conséquent :

$$4,06 \times \sqrt{22000} = 602 \text{ nV}$$

ce qui correspond à la valeur indiquée dans le **Tableau 1**. ♦

Tableau 3 : Bruit en excès dans les résistances

Type de résistance	Bruit (µV/V)
Film de carbone traditionnel	0,2-3
Film à oxyde métallique traditionnel	0,1-1
Film fin	CMS 0,05-0,4
Feuille métallique traditionnelle	0,01
À fil bobiné traditionnel	0

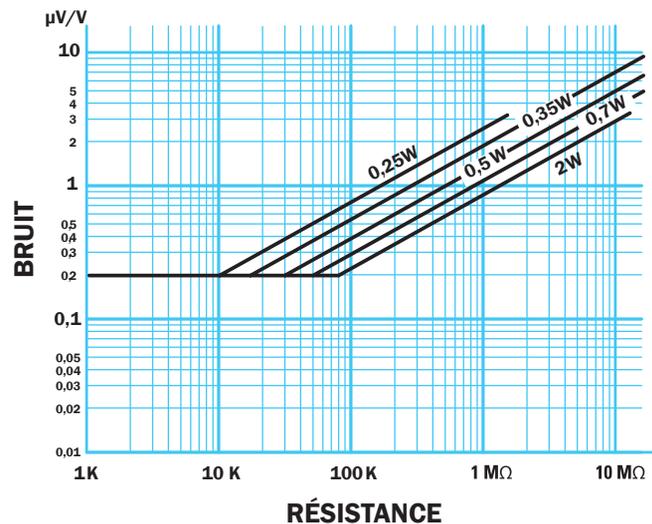


Figure 3 : Cette figure représente la variation typique du bruit en excès en fonction de la valeur résistive et de la puissance dissipée. Il s'agit d'une série de résistances à couche de carbone.

GONIOMÈTRE DOPPLER DE 50 MHz à 1.2 GHz

- Commutation pour 4 antennes . • Sélection d'impulsions vers le +5V ou vers le 0V pour activer les antennes. • Rotation des antennes; CW ou CCW. • Contrôle indépendant de chaque antenne. • Auto calibration vers le devant du véhicule.
- Afficheur LCD standard de 2 lignes X 16 caractères. • Un affichage similaire à 36 LED et aussi numérique "000-359" de la direction. • Tous les menus sont montrés clairement sur l'afficheur LCD. • Mémoire permanente pour toutes les calibrations et options. • Traitement principal du signal fait par le soft. • Microcontrôleur PIC 16F877, mémoire de programmation Flash, mémoire EEDATA, USART, ADC, chrono... • Mémorisation de la calibration de 3 radios.
- Sortie chronométrée ou sur demande vers APRS, interface GPS. • Option d'affichage d'un S-mètre, l'entré est ajustable de 0 < 2 à 5 V. pour un affichage de 00 < 99. • 7 niveaux de traitement du signal. Possibilité d'affichage instantané des données brutes. • Sélectivité Maximum des filtres audio analogue et numérique de +/- 0.1 Hz. • En cas de perte du signal, mémorisation de la dernière bonne direction. • Haut-parleur intégré et alimentation 12 Vdc.
- Rétro-éclairage LED de l'afficheur.

Le Gonio Doppler RD2 présenté ici n'intègre pas de récepteur particulier. Il est prévu pour être utilisé conjointement à des matériels déjà existants, portatifs, mobiles (dans le cas de recherches sur le terrain) voire fixes. Ainsi, tout récepteur VHF ou UHF, disposant d'une sortie BF, peut être couplé à ce gonio Doppler capable de couvrir une très large plage de fréquences, en fonction des besoins (de 50 MHz à 1,2 GHz). Nous ne sommes donc plus limités, dans le cadre des recherches de balises de détresse, aux seules fréquences 121,5 (ou 121,375), 243 et 406 MHz



Réf. RD2
299,00 €
Vendu sans antennes



COMELEC

CD 908 - 13720 BELCODENE

Tél.: 04 42 70 63 90 Fax: 04 42 70 63 95

www.comelec.fr

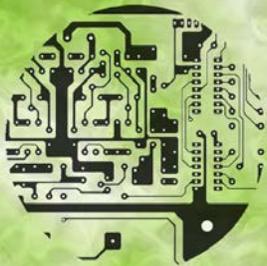
Expéditions dans toute la France. Moins de 5 Kg : port 8,40 €. Règlement à la commande par chèque, mandat ou CB.

SERILEC

E.MAIL : SERILEC2@WANADOO.FR

SPÉCIALISATION:

**PROTOTYPE
PETITES ET MOYENNES SERIES**



RÉALISATION:

**CIRCUITS SIMPLE FACE
CIRCUITS DOUBLE FACE
CIRCUITS MULTICOUCHES DE 3 à 6**

**FINITION SELECTIVE
TEST À SONDE**

TÉL. : 04.42.24.39.52 FAX : 04.42.24.47.55

**70 RUE LOUIS ARMAND
13795 AIX EN PROVENCE CEDEX**

Lycée Professionnel & Technologique
ÉCOLE MODÈLE D'ÉLECTRONIQUE

EME

**Bac Pro. SEN en 3 ans
(Systèmes Electroniques Numériques)**



**Bac STI
(Option Électronique)**

**BTS SE
(Systèmes Électroniques)**

233, Bd de saint Marcel 13396 MARSEILLE Cedex 11
Tél.: 04 91 44 65 37- Fax: 04 91 89 23 82

WWW.eme-enseignement.fr

ABONNEZ-VOUS

OUI,

Je m'abonne à

ELECTRONIQUE
ET LOISIRS
LE MENSUEL DE L'ÉLECTRONIQUE POUR TOUS

A PARTIR DU N° 122 ou supérieur



N°

E0121

Ci-joint mon règlement de € correspondant à un abonnement de 4 revues Annuel

Règlement CB directement sur le site www.electronique-magazine.com rubrique Abonnement

Adresser mon abonnement à :

Nom _____ Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Tél. _____ e-mail _____

Date, le _____

Signature obligatoire ▷

L'ASSURANCE de ne manquer aucun numéro en recevant votre revue directement dans votre boîte aux lettres près d'une semaine avant sa sortie en kiosques.

BÉNÉFICIER de 50% de remise** sur les CD-ROM des anciens numéros

TARIFS FRANCE

4 numéros **28€⁰⁰**

TARIFS CEE/EUROPE

4 numéros **32€⁰⁰**

DOM-TOM/HORS CEE OU EUROPE:

**NOUS CONSULTER SUR
www.electronique-magazine.com
rubrique Abonnement**

**POUR TOUT CHANGEMENT
D'ADRESSE, N'OUBLIEZ PAS DE
NOUS INDIQUER VOTRE NUMÉRO
D'ABONNÉ (INSCRIT SUR
L'EMBALLAGE)**

Bulletin à retourner à: JMJ – Abo. ELM

B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE - Tél. 0820 820 534 - Fax 0820 820 722

Achète 32 circuits intégrés National Semiconductor LM1494N ou équivalents EXAR RA 404 - Achète 16 circuits intégrés National Semiconductor LM1492N ou équivalents EXAR RA 402 - (18 Broches) Mm. Serge Rigal commune d'Arcambal lieu dit la plaine 46090 Cahors - Lot - France

Vends ALIM regul 2 fois 30V 3 AMP + 5 volts fixe 3 AMP reg A et V marque Selectronic poids 12 Kg prix 150€ Tél. : 04 75 04 16 13 Le soir (produit neuf avec notice détaillé).

Recherche schéma TV Mitsubishi Réf. CT-29BFST pour réparation. Paiement des frais M. Cougnaud Tél : 06 15 80 81 65 aux repas.

Achète et recherche Multimètre analogique Metrix Modèle 462 faire offre au Tél. : 06 83 63 28 11 E-mail. : schneider.audio@noos.fr

Recherche pour restaurer un ancien récepteur Philips modèle 930A un jeu de lampes comprenant : une lampe B443 deux lampes E438 ou E438B, une lampe 1801, ensemble ou séparément. Faire une offre au Tél. : 02 31 92 14 80

Achète et recherche Président Lincoln et Jackson 240 canaux même en panne faire offre au Tél. : 03 88 39 98 70

Vends série CMOS de 4000 à 4099 me contacter au Tél. : 03 29 78 76 14 pour le prix



ANNONCEZ-VOUS !

VOTRE ANNONCE POUR SEULEMENT 2 TIMBRES* À 0,57 € !

LIGNES	TEXTE : 30 CARACTÈRES PAR LIGNE. VEUILLEZ RÉDIGER VOTRE PA EN MAJUSCULES. LAISSEZ UN BLANC ENTRE LES MOTS.
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

*Particuliers : 2 timbres à 0,57 € - Professionnels : La grille : 90,00 € TTC - PA avec photo : + 30,00 € - PA encadrée : + 8,00 €

Nom Prénom

Adresse

Code postal Ville

Toute annonce professionnelle doit être accompagnée de son règlement libellé à l'ordre de JMJ éditions.

Envoyez la grille, avant le 10 précédent le mois de parution, accompagnée de votre règlement à l'adresse:

JMJ/ELECTRONIQUE • Service PA • BP 20025 • 13720 LA BOUILLADISSE

Directeur de Publication
Rédacteur en chef
Charles CARDONA
redaction@electronique-magazine.com

Direction - Administration
JMJ éditions
B.P. 20025
13720 LA BOUILLADISSE
Tél. : 0820 820 534

Secrétariat - Abonnements
Petites-annonces - Ventes
A la revue

Vente au numéro
A la revue

Publicité
A la revue

Maquette - Illustration
Composition - Photogravure
JMJ éditions sarl

Impression
Print Courtage
25 Bd Bouès
13003 Marseille

Distribution
NMPP

Hot Line Technique
0820 820 534 *
du lundi au vendredi de 16 h à 18 h
Web
www.electronique-magazine.com
e-mail
info@electronique-magazine.com
* prix d'un appel local

ELECTRONIQUE
ET LOISIRS magazine
LE MENSUEL DE L'ELECTRONIQUE POUR TOUS

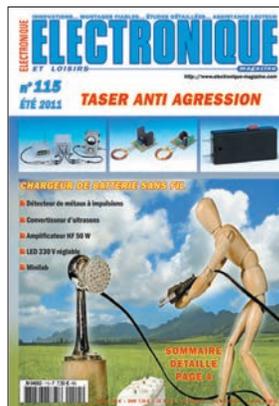
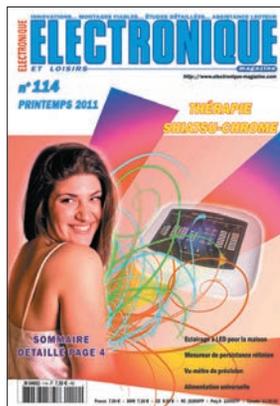
EST RÉALISÉ
EN COLLABORATION AVEC :

ELECTRONICA
Elettronica In

JMJ éditions
Sarl au capital social de 7800 €
RCS MARSEILLE : 421 860 925
APE 221E
Commission paritaire: 1015T79056
ISSN: 1295-9693
Dépôt légal à parution

IMPORTANT

Reproduction, totale ou partielle, par tous moyens et sur tous supports, y compris l'internet, interdite sans accord écrit de l'Editeur. Toute utilisation des articles de ce magazine à des fins de notice ou à des fins commerciales est soumise à autorisation écrite de l'Editeur. Toute utilisation non autorisée fera l'objet de poursuites. Les opinions exprimées ainsi que les articles n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs et ne reflètent pas obligatoirement l'opinion de la rédaction. L'Editeur décline toute responsabilité quant à la teneur des annonces de publicités insérées dans le magazine et des transactions qui en découlent. L'Editeur se réserve le droit de refuser les annonces et publicités sans avoir à justifier ce refus. Les noms, prénoms et adresses de nos abonnés ne sont communiqués qu'aux services internes de la société, ainsi qu'aux organismes liés contractuellement pour le routage. Les informations peuvent faire l'objet d'un droit d'accès et de rectification dans le cadre légal.



Au sommaire : Interphone à un seul circuit intégré - Mesurer la distorsion d'un amplificateur avec un PC - Compteur heures-minutes-secondes, ce compteur de temps ou «timer» offre le choix de compter seulement les secondes ou bien les minutes MINILAB : mesure d'une sinusoïde à l'oscilloscope, apprendre comment mesurer avec l'oscilloscope pour PC l'amplitude d'un signal électrique sinusoïdal à 12 LED - VCO simple à double monostable - Qu'est-ce que l'impédance et comment la mesurer. Etc...

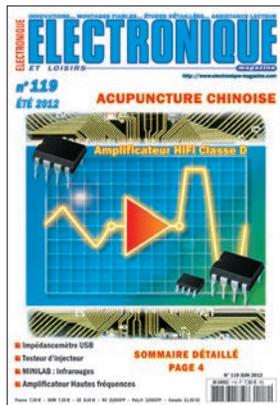
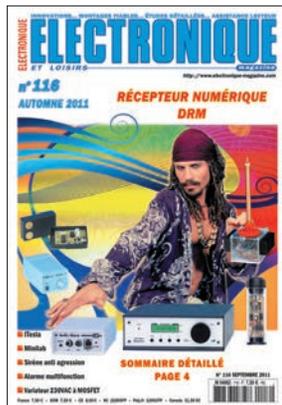
Au sommaire : Amplificateur Hi-Fi stéréo de 200 W à très faible distorsion 0,008%, imaginez maintenant votre musique jouée avec dynamique et pureté par notre amplificateur - Atténuateur 0,1 MHz à 1 GHz de 1 à -60 dB - Générateur BF de 950 à 1 200 Hz - Impédancemètre dermatologique. Détecteur électronique de points d'acupuncture - Impédancemètre USB - Barrière à rayons infrarouges - Trois LED pour une thérapie photodynamique, les rayons infrarouges ont un effet bénéfique sur l'épiderme - Test de contrôle de la vue - Nos lecteurs ont du génie - Vibrato pour instruments de musique - Système d'alarme par "FIL coupé". Etc...

Au sommaire : Détecteur de trois types de champs polluants «électriques, magnétiques et électromagnétiques» Porté-circuit sonore pour MINILAB, avec la commande «Capture», nous vous montrerons comment visualiser sur votre oscilloscope des signaux d'une durée de quelques millièmes de secondes. Capteur infrarouge à réflexion, utile dans de nombreuses applications: contrôle de présence, un interrupteur de proximité etc. Carte USB pour cinq applications et plus - Plicomètre USB pour mesurer la graisse corporelle - Clôture électrique pour protéger les jardins et les élevages. - Microphone actif pour améliorer l'audition - Qu'est-ce que la TNT ?

Au sommaire : Appareil sur la thérapie SHIATSU-CHROME agissant sur ces points par massage, pour soulager les douleurs et les tensions - Des LED pour créer dans votre maison des effets de lumières enchanteurs - Une alimentation à tout faire avec transformateurs de récupération ayant un secondaire compris entre 13 et 24 V - Vu-mètre de précision avec échelle linéaire en dB - Mesureur de fréquence de la persistance rétinienne pour effectuer des tests très utiles pour mieux connaître l'état de votre vue - Coussinet diffuseur pour la magnétothérapie, vous aurez la possibilité de soigner des zones plus étendues du corps BF. Etc...

Au sommaire : Chargeur de batterie sans fil, recharger vos batteries au plomb - Détecteur de métaux à impulsions. Taser/dissuadeur anti agression, dispositif délivrant des impulsions à haute tension, portable - MINILAB : Lumières psychédéliques à LED - Convertisseur d'ultrasons en sons audibles - Doubler la puissance du linéaire RF 88-108 MHz - Un automatisme pour faire face aux coupures de courant, ce montage vous permet de rallumer automatiquement les appareils domestiques mais pas tous en même temps, afin d'éviter le désagrément du black-out à répétition - Luminaire à LED en 230 V réglable par variateur Etc...

8,50 € par revue, frais de port inclus pour la France (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)



Au sommaire : Récepteur DRM s'affranchir des frontières pour l'écoute radio - MINILAB : Lumières psychédéliques Variateur 230 VAC à MOSFET - iTESLA La note aiguë d'une soprano, le chant d'un rossignol ou la totalité d'un morceau de musique peuvent-ils être reproduit fidèlement Signalisation d'alarme multifonction cet automatisme simple se prête à de multiples exigences - Sirène-flash anti agression ce dispositif a été conçu pour contribuer à la sécurité personnelle - Alarme anti inondation capacitive Une fuite d'eau peut rapidement se transformer en une petite catastrophe domestique - Facteur Q Leçon d'approfondissement, nous examinerons la Quality Factor des composants électroniques, condensateurs et selfs - et celui des circuits résonants. Etc...

Au sommaire : Réalisation d'un «Theremin» en version professionnel - Deux alimentations à découpage avec dimensions réduites et à la possibilité d'obtenir une vaste gamme de tensions - Emetteur FM 88-96 MHz à construire sur la plaque d'essais du Minilab , vous comprendrez comment on émet des ondes radio - Convertisseur N/A USB, avec ce microscopique convertisseur R2R nous allons transformer notre interface USB EN1741 en convertisseur N/A Numérique/Analogique) - Synthétiseur de 143 MHz à 970 MHz, Nous vous proposons un synthétiseur qui, relié au générateur DDS, peut fournir n'importe quelle fréquence comprise entre 143 MHz et 970 MHz avec une résolution de 10 Hz. - Platine universelle pour LM358 - Antenne active pour ondes courtes... Etc...

Au sommaire : Surveiller les fissures des murs avec l'USB - Stand-by (veille) off réactivable avec la télécommande: Réduisez votre facture d'électricité. Mesurer la distorsion avec un simple multimètre - Un selfmètre pour mesurer l'inductance des selfs - Mesurer la température avec le Minilab - Platine universelle pour LM358 (suite) - Nous allons vous proposer en particulier de construire : - un comparateur à fenêtre avec alimentation double - un amplificateur différentiel avec alimentation simple. Un sommateur inverseur et non inverseur avec alimentation double un convertisseur tension / courant un comparateur trigger de Schmitt - un intégrateur inverseur - un dérivateur inverseur - un amplificateur pour DDS. Etc...

Au sommaire : ÉLECTROREFLEX le générateur d'ondes «chinoises» utilisables par les physiothérapeutes, naturopathes, homéopathes, Traitements antalgiques, traitements utilisés pour contrer les douleurs aiguës de différentes origines. Amplificateur Hi-Fi stéréo 2x20 W en classe D, amplificateur aux dimensions réduites, que vous pourrez relier à votre Ipod, mp3. Les rayons infrarouges avec le Minilab, expérimentations qui vous aideront à comprendre comment fonctionnent les dispositifs électroniques utilisant ces invisibles radiations électromagnétiques. Impédancemètre USB pour PC Seconde partie, le logiciel. Testeur d'injecteur pour automobile - Les amplificateurs RF à MMIC, très intéressants pour celui qui opère dans le domaine de la radiofréquence - Etc...

Au sommaire : Analyseur de spectre pour PC, votre ordinateur peut se transformer en un excellent analyseur de spectre pour la bande audio - MINILAB : un récepteur FM à super-réaction avec une série de propositions d'applications pour le Minilab - Une barre lumineuse à LED pour téléviseur - Amplificateur linéaire RF large bande avec une paire de MOSFET PD55015 - Applications XOR et XNOR avec le programmeur CPLD, dédié aux applications pratiques réalisées avec notre programmeur pour dispositifs CPLD EN1685 - Un montage à ultrasons intéressant - Un antivol à ultrasons - Mini alimentation 9-12-15 V 0,4 A, conçue pour alimenter de petits circuits expérimentaux réclamant une tension de 9-12-15 V et un courant ne dépassant pas 0,4 A. Etc...

8,50 € par revue, frais de port inclus pour la France (CEE les DOM-TOM et autres Pays: Nous consulter.)

CD-ROM ENTIÈREMENT IMPRIMABLE

LISEZ ET IMPRIMEZ VOTRE REVUE SUR VOTRE ORDINATEUR PC OU MACINTOSH

50 € Les 3 CD du Cours d'Électronique en Partant de Zéro



← **COURS**

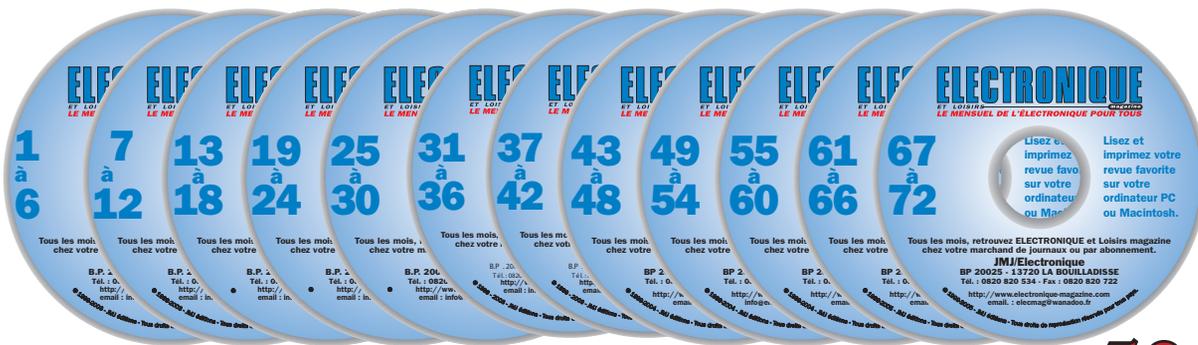
**SOMMAIRE INTERACTIF
ENTIÈREMENT IMPRIMABLE**



Numéros spéciaux
5.50 €
l'unité



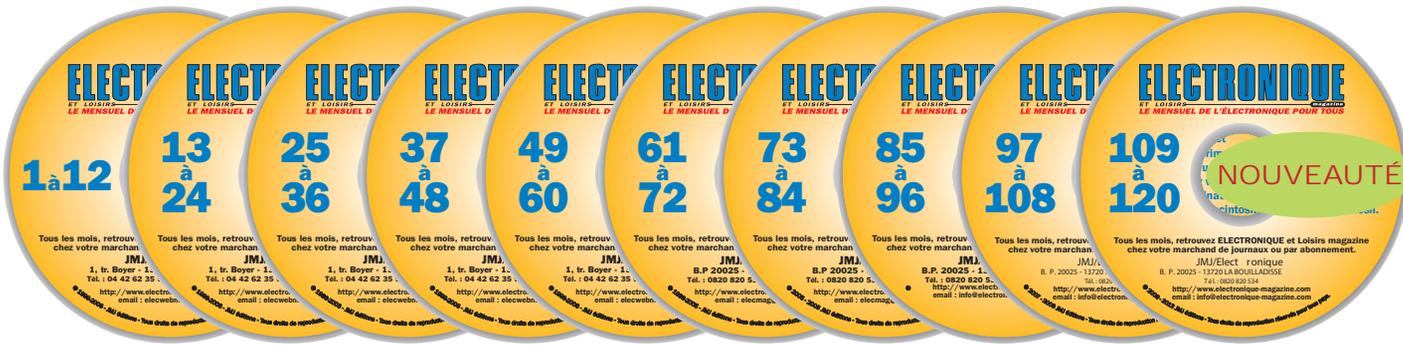
LE CD 6 NUMÉROS 25€



**50% DE REMISE
POUR NOS ABONNÉS
SUR TOUS LES CD
DE 6 ou 12 NUMÉROS**



LE CD 12 NUMÉROS 45€



FRAIS DE PORT INCLUS POUR LA FRANCE (DOM-TOM ET AUTRES PAYS: NOUS CONSULTER.)

JMJ/ELECTRONIQUE - B.P. 20025 - 13720 LA BOUILLADISSE règlement par Chèque à l'ordre de JMJ ÉDITIONS
règlement par Carte Bancaire sur notre site: www.electronique-magazine.com - Tél. : 0820 820 534

À la découverte de l'énergie du futur



229,00 €

KNS14

119,00 €

KNS12

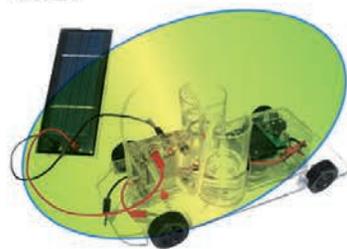


KIT D'EXPÉRIENCES HYDROGÈNE-ÉOLIEN

Ce kit d'expériences hydrogène-éolien vous permet de créer votre propre énergie renouvelable grâce à de l'eau, du vent et une pile à combustible

Apprendre en se divertissant avec ces kits didactiques. Comment utiliser l'énergie du sol, du vent, de l'eau pour produire le combustible du futur.

65,00 €
KNS10



Voiture à hydrogène

Cette voiture produit son carburant grâce à une pile à combustion et l'électrolyse. Découvrez comment l'oxygène et l'hydrogène se forment dans deux réservoirs. La voiture se conduit elle-même et vire 90° dès qu'elle rencontre un obstacle.

69,00 €
KNS9



Kit d'expériences à hydrogène

Ce kit montre comment produire et stocker une énergie renouvelable grâce à de l'eau et l'électrolyse. L'énergie produite peut ensuite être utilisée pour alimenter un véhicule ou un appareil électronique.

105,00 €
KNS13



Kit d'expériences à bioénergie

Ce kit offre la dernière version de la pile à combustible et utilise l'éthanol comme carburant. Ce kit produit directement de l'électricité à partir de l'éthanol (alcool) et ceci sans combustion. Éthanol non inclus.

119,00 €
KNS11



Voiture à hydrogène & station-service

Ce bolide du futur vous fait découvrir de façon ludique le monde de l'énergie renouvelable et de la technologie de l'automobile. Le mécanisme intérieur est à admirer à travers les parties transparentes de la carrosserie.