

Toutes les applications du μA 741

Le circuit intégré 741 est, avec le 555, un des composants actifs les plus utilisés en raison du grand nombre d'avantages qu'il offre aussi bien aux amateurs qu'aux professionnels les plus évolués.

Le 741 est un amplificateur opérationnel. Il a été créé par Fairchild sous le nom de μA 741 et par la suite la plupart des autres fabricants le produisent comme seconde source sous la désignation 741 ou autres.

Indiquons aussi que certains fabricants ont réalisé des circuits intégrés contenant 2, 3 ou 4 éléments de 741. D'autres proposent des 741 améliorés spéciaux pour des applications particulières.

Avant de donner des analyses de montages utilisant des 741, nous étudierons très rapidement :

1) Les caractéristiques générales des amplificateurs opérationnels qu'il est indispensable de connaître pour mieux comprendre le fonctionnement des montages qui seront décrits.

2) Les caractéristiques générales du 741.

Etude rapide des amplificateurs opérationnels

On peut réaliser un amplificateur opérationnel de nombreuses manières, avec des transistors (ou même des lampes), avec des circuits intégrés seuls ou en association avec des transistors. En dehors du 741 il existe beaucoup de CI utilisables comme amplificateurs opérationnels.

Ce type d'amplificateur est utilisable dans des applications aussi diverses que nombreuses, comme par exemple : addition, soustraction, inversion, différenciation, intégration, comparateur, amplification linéaire ou selon une loi donnée, etc.

Le schéma général

A la figure 1 on donne le schéma symbolique d'un amplificateur opérationnel. Le triangle est d'ailleurs choisi pour désigner un amplificateur quelconque.

Trois points importants, que l'on peut nommer points d'accès ou terminaisons, ou points terminaux, sont les suivants :

- (a) Entrée non inverseuse ENI, marquée +, à ne pas confondre avec le + alimentation.
- (b) Entrée inverseuse EI, marquée -, à ne pas confondre avec le - alimentation.
- (c) Sortie S.

D'autres points terminaux sont nécessaires, d'abord ceux d'alimentation : le + et le -. Ensuite, des points que nous désignerons, pour le moment par A, B, C, etc., qui serviront pour diverses fonctions, améliorant le fonctionnement de l'amplificateur opérationnel (en abrégé AOP). Précisons tout de suite que les AOP sont des amplificateurs de continu, et aussi, d'alternatif, bien entendu. Le montage habituel d'amplification est le suivant : un signal à amplifier est appliqué à une des entrées, ENI ou EI ; le signal amplifié est obtenu à la sortie S.

Ce signal varie de la même manière et dans le même sens, si l'entrée choisie est l'entrée non inverseuse ENI.

Le signal de sortie varie en sens inverse si le signal d'entrée est appliqué à l'entrée inverseuse EI.

Exemple : soit un signal de 1 V appliqué à l'entrée non inverseuse ENI. Supposons que l'AOP amplifie en tension, trois fois. A la sortie S on obtiendra un signal de même forme et variant dans le même sens, de 3 V.

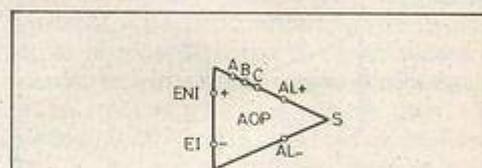


Fig. 1

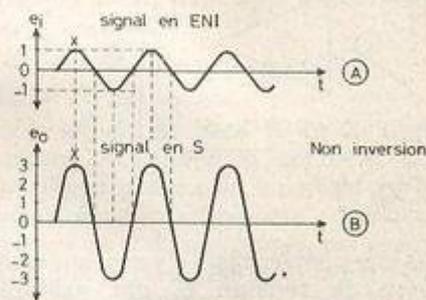


Fig. 2

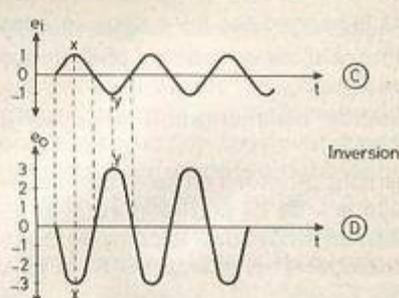


Fig. 3

Les deux signaux sont représentés à la figure 2. En (A) le signal d'entrée de 1 V crête, variant entre -1 et +1 V, donc ayant une tension crête à crête de 2 V. En (B), le signal de sortie est de 3 V (ou 6 V crête à crête). Il varie dans le même sens car les zéros, les maxima et les minima, se produisent aux mêmes temps. Par exemple, au minimum x de e_i correspond un maximum X de e_o .

Voici à la figure 3, la forme des signaux lorsque celui d'entrée est appliqué au point EI.

Il est visible qu'il y a inversion. Par exemple, lorsque la tension d'entrée e_i est au maximum x , celle de sortie e_o est au minimum X .

De même lorsque e_i est à -1 V, e_o est à +3 V. Les tensions zéro correspondent toutefois, qu'il y ait ou non inversion. La tension efficace est 0,707 fois la tension maximum.

Alimentation

Précisons aussi qu'il y a deux sortes d'alimentation :

- 1) L'alimentation simple (fig. 4 A).
- 2) L'alimentation double (fig. 4 B).

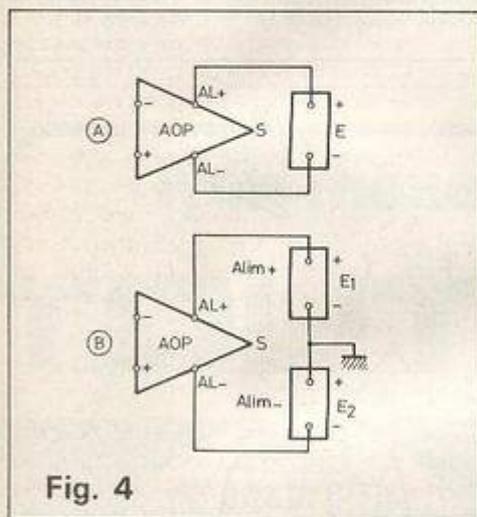


Fig. 4

Dans le premier cas, il n'y a qu'une seule source de tension E , par exemple $E = 12$ V.

La masse est généralement au -AL mais parfois elle peut être au +AL.

Dans le second cas il y a deux sources :
- la source d'alimentation « positive » de tension E_1 ,

- la source d'alimentation négative de tension E_2 .

Elles sont montées en série de manière à ce que le - de E_1 soit relié au + de E_2 , cette liaison étant aussi le point de masse du montage. Par exemple : $E_1 = 12$ V, $E_2 = 10$ V.

Si $E_1 = E_2$, par exemple, $E_1 = E_2 = 12$ V, on dit qu'il y a une alimentation de ± 12 V.

Les alimentations peuvent être : des piles, des accumulateurs et des cellules solaires ou des alimentations à partir du secteur alternatif, avec redressement, filtrage et très souvent, régulation.

Le gain de l'amplificateur opérationnel

Un AOP peut être monté avec ou sans contre-réaction, cette dernière étant désignée souvent par CR. Le gain est supérieur sans contre-réaction. Dans ce cas, il se nomme gain en boucle ouverte.

Avec CR, plus celle-ci est intense, plus le gain est faible. Ce gain se nomme gain en boucle fermée.

À la figure 5 on montre les montages de gain d'un AOP.

En (A) le signal à amplifier e_i est appliqué à l'entrée non inverseuse. Dans tous les cas, la CR doit se produire entre la sortie et l'entrée inverseuse EI. Elle se réalise avec la boucle Z_r , constituée par un réseau contenant des composants R, C, L; parfois Z_r est tout simplement une connexion entre S et EI. En (B), même montage, avec boucle de CR représentée par Z_r . Toutefois, dans ce montage, le signal à amplifier e_i est appliqué à EI.

En (C) la boucle de CR est enlevée. Le montage possède alors un gain en boucle ouverte. Le signal e_i peut être appliqué selon les besoins, à EI ou à ENI.

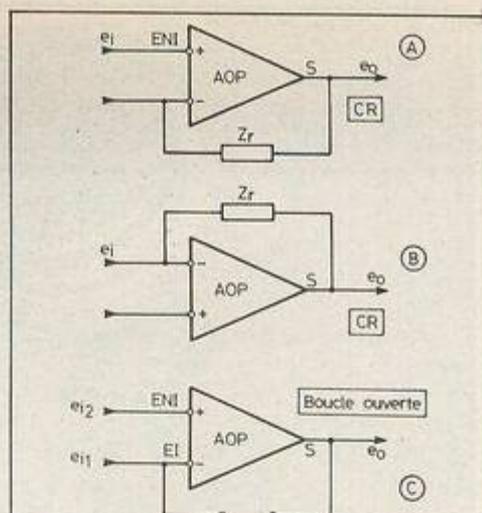


Fig. 5

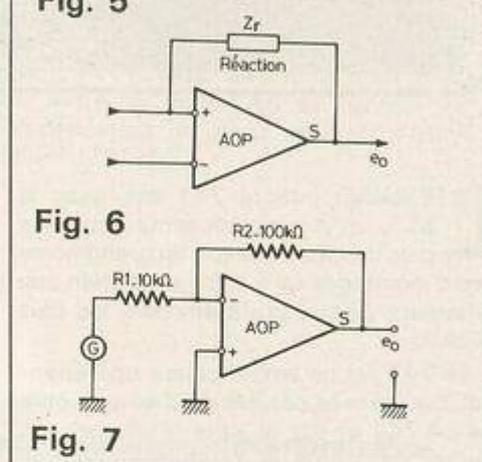


Fig. 6

Fig. 7

L'AOP parfait et l'AOP réel

Un amplificateur opérationnel parfait (donc « théorique ») possède les caractéristiques suivantes :

- 1) Gain de tension infini, en boucle ouverte.
- 2) Impédance d'entrée infinie (ou très grande).
- 3) Impédance de sortie nulle (ou très petite), les indications entre parenthèses étant valables pour un très bon AOP réel.

Comme e_o , la tension de sortie ne peut pas être infinie, on admettra que l'on pourra obtenir la tension de sortie e_o de valeur finie, avec une tension d'entrée « presque » nulle à l'entrée.

Cela correspond à un gain infini car $e_o/0 = \text{infini} = \text{gain}$.

Dans un amplificateur réel, le gain en boucle ouverte étant de valeur finie, il peut être augmenté en disposant une boucle de réaction entre la sortie S et l'entrée non inverseuse comme indiqué à la figure 6.

La tension d'entrée e_i peut être appliquée à ENI ou à EI, selon les besoins de l'application.

Caractéristiques d'un AOP réel de qualité

Gain de tension de l'ordre de 10^4 minimum. Impédance d'entrée supérieure à $10^4 \Omega$. Impédance de sortie inférieure à 250Ω . Tension de sortie e_o . Elle est déterminée par les tensions d'entrée et le gain μ de l'amplificateur en boucle ouverte.

On a :

$$e_o = \mu (e_{i2} - e_{i1})$$

Dans cette relation :

- e_o = tension de sortie
- e_{i2} = tension appliquée à ENI
- e_{i1} = tension appliquée à EI
- μ = gain de tension en boucle ouverte.

Appliquons par exemple +2 mV à ENI et -1 mV à EI et soit $\mu = 100$ fois. On aura :

$$e_o = 100 [+2 - (-1)] = 100 \cdot 3 = 300 \text{ mV} = 0,3 \text{ V.}$$

La tension de mode commun V_{CM} est définie par :

$$V_{CM} = \frac{e_{i1} + e_{i2}}{2}$$

Dans notre exemple : $e_{i1} = -1$ mV, $e_{i2} = +2$ mV, donc :

$$V_{CM} = \frac{-1 + 2}{2} = 0,5 \text{ mV}$$

Gain en boucle ouverte

Le montage général de (C) figure 5 est réalisable avec une entrée différentielle. Le gain en boucle ouverte est alors :

$$\mu = \frac{e_0}{e_{12} - e_{11}}$$

Connectons une source de tension entre ENI et EI, en réalisant le montage de la figure 8 (A).

Cette source est ainsi branchée sur une impédance Z_d présentée par le CI entre les deux entrées. On la nomme impédance différentielle d'entrée.

Si une seule tension est appliquée à l'une des entrées, l'autre est mise à la masse. C'est le mode commun de branchement de l'amplificateur. Celui-ci présente à la source, une impédance nommée impédance d'entrée en mode commun.

A la figure 9 on voit que le circuit R_L connecté à la sortie « voit » l'impédance de sortie Z_s du CI, monté en boucle ouverte.

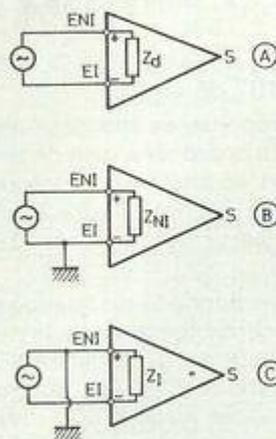


Fig. 8

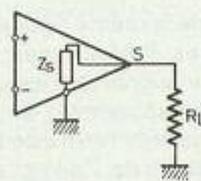


Fig. 9

Tensions de décalage (ou offset). Polarisations. Dérives

La tension de décalage d'entrée V_{de} est une tension continue qui doit être appliquée entre les deux entrées pour que la tension de sortie soit nulle. A cette caractéristique on associera le courant de décalage d'entrée I_{de} . C'est le courant à appliquer à une entrée afin que la tension

de sortie soit nulle. Si les deux entrées sont mises à la masse, une certaine tension V_{ds} apparaît à la sortie. C'est la tension de décalage de sortie qui peut être supprimée si l'amplificateur a été compensé.

Dans un amplificateur opérationnel idéal, le courant de décalage d'entrée I_{de} est nul et il en est de même de la tension de décalage V_{de} .

Considérons aussi les courants de polarisation. Il y en a deux : I_{p+} , celui de l'entrée ENI et I_{p-} celui de l'entrée EI. Le courant de décalage I_{de} défini plus haut est égal à :

$$I_{de} = |I_{p+}| - |I_{p-}|$$

où $|I_{p+}|$ et $|I_{p-}|$ sont les courants de décalage pris avec le signe +, quel que soit le sens de ces courants.

Dans un AOP parfait (théorique, idéal), l'impédance différentielle d'entrée est infinie. Le courant de décalage I_{de} est nul, ce qui est la conséquence de l'égalité des courants de polarisation I_{p+} et I_{p-} .

Dérives

La compensation des courants et tensions de décalage est possible grâce aux points d'accès A, B, C... (voir la fig. 1), auxquels on connecte des composants indiqués par le fabricant.

Le courant et la tension de décalage varient avec le temps. On pourra constater des dérives, c'est-à-dire des variations, de l'ordre du picoampère pour les courants de décalage et du microvolt pour les tensions de décalage pour des temps de plusieurs jours. La température influence les tensions et les courants de décalage. On mesurera des variations de l'ordre du nA/°C et pA/°C pour ces courants.

En ce qui concerne les tensions, la dérive peut être de l'ordre du $\mu V/°C$.

Lorsque la (ou les) tension d'alimentation varie, les dérives des tensions de décalage sont de l'ordre du microvolt par volt.

Gain avec contre-réaction

Les montages avec CR des amplificateurs opérationnels ont été indiqués précédemment (voir fig. 5, 6, 7).

Dans le cas général, le montage de la figure 7 devient celui de la figure 10.

Si l'AOP est d'excellente qualité, ce qui implique, entre autres, Z_{de} et μ (gain en boucle ouverte) très grands, le gain en boucle fermée, c'est-à-dire avec contre-réaction peut s'écrire, approximativement :

$$\text{Gain} = \frac{e_0}{e_i} = \frac{Z_2}{Z_1}$$

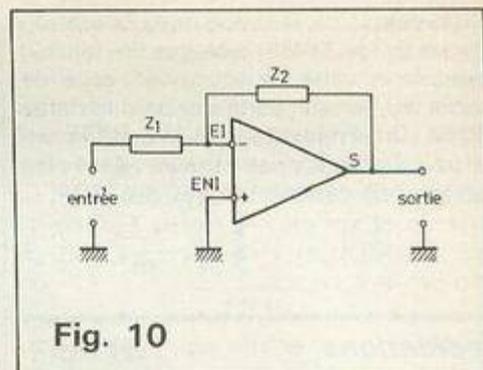


Fig. 10

Transfert.

Compensation. « Slew-rate »

Voici encore quelques données et opérations qu'il ne faut pas ignorer.

Lorsque la tension d'entrée varie, la tension de sortie de l'AOP varie. La caractéristique de transfert est la courbe donnant e_0 en fonction de e_i .

Lorsque la tension d'entrée est alternative et, dont la fréquence peut varier, on constatera que l'AOP n'amplifie pas d'une manière uniforme à toutes les fréquences. Une courbe de réponse sera obtenue en appliquant à une des entrées, une tension fixe, de valeur modérée et à fréquence variable. A partir d'une certaine fréquence f_0 , la tension de sortie e_0 commencera à diminuer. La bande passante B sera égale à la fréquence à laquelle le gain est devenu 0,707 fois le gain maximum. Avec la CR, B peut augmenter, mais le gain diminuera. Si la CR est sélective (Z_2 convenablement établi), la courbe de réponse pourra avoir une forme requise par l'utilisateur.

En évaluant le gain en décibels,

$$G_{db} = 20 \log G$$

où le log est en base 10 et G, le gain, exprimé sous forme de rapport e_0/e_i , on constatera que le gain, à partir d'une certaine fréquence, diminuera approximativement de N db par octave, par exemple 6 db par octave. Une octave est l'intervalle correspondant à un rapport 2, de deux fréquences, par exemple la fréquence 20 kHz est l'octave de la fréquence 10 kHz.

L'intervalle dit décade, correspond à un rapport 10. Lorsque la décroissance du gain est trop élevée (plus de 12 db par octave), la contre-réaction peut se transformer en réaction (positive) à certaines fréquences en raison du déphasage produit sur la tension de sortie, d'où instabilité de l'amplificateur opérationnel.

On aura alors recours à des compensations, effectuées à l'intérieur de certains AOP, ou à l'extérieur, par des points terminaux prévus pour cette opération.

Indiquons encore le SLEW RATE qui

est la vitesse de variation de e_o , la tension de sortie de l'AOP. Lorsque la tension d'entrée e_i varie brusquement, celle de sortie e_o variera pendant une certaine durée. On évalue le SLEW RATE en $V/\mu s$. Sa valeur se trouve dans les tableaux de caractéristiques des AOP.

Indications générales sur le 741

Caractéristiques

Avec le 741, aucune compensation de fréquence n'est nécessaire et ce CI est protégé contre les courts-circuits.

Le 741 possède deux points terminaux pour la compensation des décalages (offset). Il consomme peu et son branchement est pratique.

Les caractéristiques d'emploi sont données au tableau 1. En consultant ce tableau, on retrouvera les diverses caractéristiques mentionnées précédemment, avec l'indication de leurs valeurs et les conditions dans lesquelles elles ont été mesurées.

Au tableau 1 nous joignons quelques courbes concernant le gain en boucle ouverte, la réponse en fréquence, la dissipation maximum de puissance et la réponse aux transitoires.

A noter que l'on donne trois catégories de caractéristiques : « MIN » (minimum), « TYP » (nominale), « MAX » (maximum).

Un bon échantillon de CI aura des caractéristiques comprises entre les minima et les maxima et aussi proches que possible des valeurs typiques.

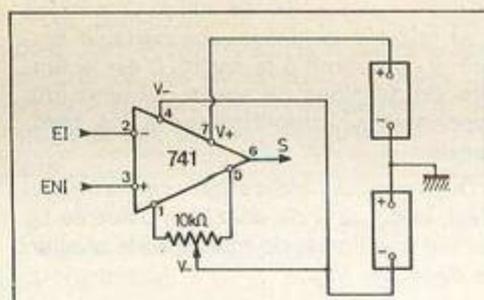


Fig. 11

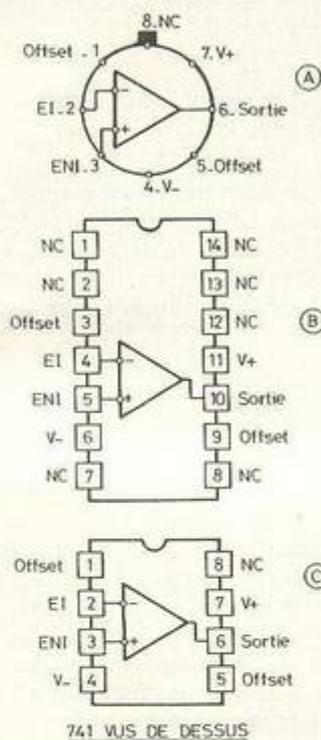


Fig. 12

La compensation de l'offset (décalage) s'effectuera selon le schéma de la figure 11, en disposant entre les points 1 et 5 du CI, un potentiomètre de $10\text{ k}\Omega$, avec le curseur au V - c'est-à-dire à la borne - alimentation. Le brochage du 741 est donné à la figure 12.

Il existe plusieurs sortes de boîtiers. Le plus courant est celui de forme cylindrique avec 8 fils, représenté en (A).

Le boîtier rectangulaire à 8 broches représenté en (C) a le même brochage que le boîtier cylindrique. Dans les schémas qui seront donnés par la suite, les numéros des points terminaux seront ceux de (A) et (C).

Le boîtier (B) est à 14 broches et ne sera adopté que sur mention expresse de notre part. Les trois boîtiers sont vus de dessus.

On branchera l'alimentation comme indiqué à la figure 4 B. Pour l'emploi du 741, nous reproduisons le branchement de l'alimentation \pm ; à la figure 11.

Voici à la figure 13, quatre courbes.

En (A) gain de tension en boucle ouverte : en ordonnées, gain en décibels, en abscisses, tension d'alimentation depuis $\pm 2\text{ V}$ jusqu'à $\pm 18\text{ V}$. Ne pas dépasser $\pm 15\text{ V}$.

Le gain augmente avec la tension de 90 dB à 107 dB environ.

En (B) réponse en montage en boucle ouverte. En ordonnées, gain de tension en décibels et en abscisses la fréquence en hertz. Cette courbe montre que le gain décroît à partir de 10 Hz de 20 dB par décade.

En (C) on donne la dissipation en mW (ordonnées), en fonction de la température ambiante en $^{\circ}\text{C}$ (abscisses). Il s'agit des dissipations à ne pas dépasser. On pourra dissiper jusqu'à 500 mW à des températures ambiantes inférieures à $75\text{ }^{\circ}\text{C}$. La consommation normale sera toutefois de 50 mW et on ne dépassera pas 85 mW .

En (D) de la même figure, la réponse aux transitoires. Pratiquement, on applique à l'entrée un signal rectangulaire à montée rapide (théoriquement de durée nulle) et on détermine la forme de la montée de la tension de sortie. Celle-ci est représentée par la courbe. En ordonnée, la tension de sortie en mV et en abscisses, le temps en μs .

Le temps de montée, dit rise time en anglais, est celui compris entre 10% et 90% de la tension maximum de sortie. Dans le cas présent, le « rise time » est de $0,3\text{ }\mu s$ environ. On peut aussi voir sur cette courbe le dépassement (overshoot en anglais) ; au temps $0,5\text{ }\mu s$. Il est de 5% environ par rapport à la tension maximum atteinte à la sortie. Cette courbe a été établie avec une alimentation $V_s = \pm 15\text{ V}$ à la température de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, avec une charge

TABLEAU 1

Caractéristiques électriques. Alimentation : $\pm 15\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, sauf mention différente

PARAMETRE	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITES
Tension offset entrée	$R_s \leq 10\text{ k}\Omega$		1,0	5,0	mV
Courant offset entrée			30	200	nA
Courant polaris. entr.			200	500	nA
Résistance entrée	$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_{out} = \pm 10\text{ V}$	0,3	1,0		$M\Omega$
Gain de tension		50 000	200 000		
Exc. de e_o (excursion)		± 12	± 14		V
Exc. de e_o (excursion)		± 10	± 13		V
Tension d'entrée	$R_s \leq 10\text{ k}\Omega$	± 12	± 13		V
Réjection mode commun		70	90		dB
Réjection alimentation		$R_s \geq 10\text{ k}\Omega$		30	150
Temps de montée	$R_L \geq 2\text{ k}\Omega$		0,3		μs
Dépassement			5,0		%
SLEW RATE			0,5		$\text{V}/\mu s$

R_L de $2\text{ k}\Omega$ à la sortie et une capacité $C_L = 100\text{ pF}$ en shunt sur R_L .

La mesure peut être effectuée avec le montage de la figure 14.

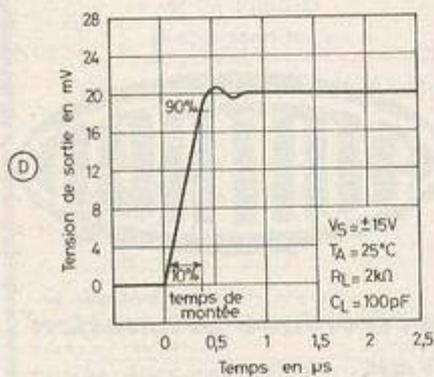
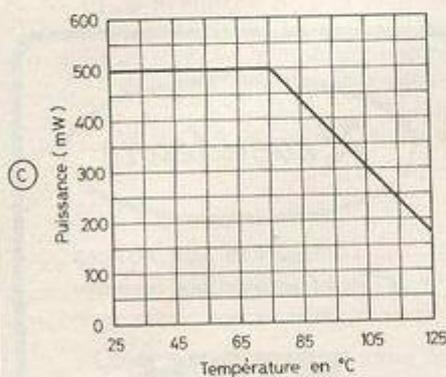
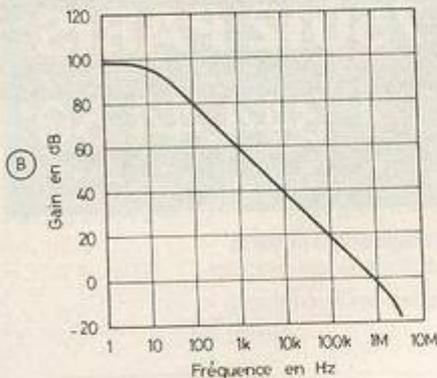
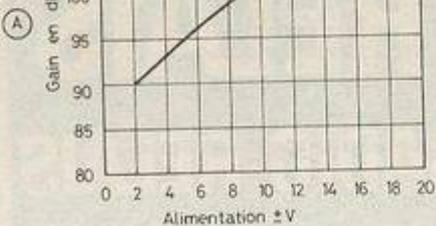


Fig. 13

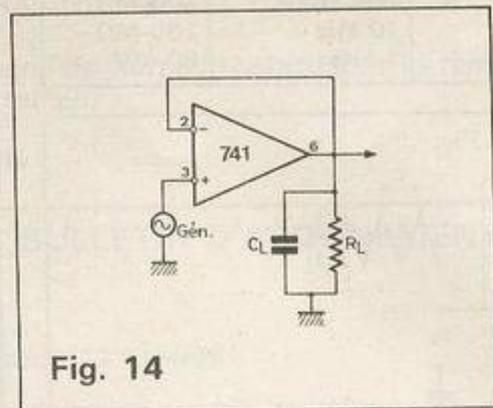


Fig. 14

Montages fondamentaux utilisant le 741

Amplificateur à gain unité non inverseur

Son schéma est à la figure 15. Au sujet de celle-ci on effectuera les remarques suivantes :

- 1) Entrée du signal sur ENI donc pas d'inversion.
- 2) Contre-réaction maximum par connexion entre la sortie et EI.
- 3) Gain $e_o/e_i = 1$.
- 4) Possibilité de régler l'offset (facultatif).

Dans ce montage les caractéristiques sont : résistance d'entrée = $400\text{ M}\Omega$; capacité d'entrée = 1 pF ; résistance de sortie $\leq 1\ \Omega$; bande passante = 1 MHz , donc caractéristiques excellentes mais pas de gain. Ce montage se nomme aussi amplificateur suiveur (voltage follower) car il donne à la sortie (sur $1\ \Omega$) la même tension que celle d'entrée (sur $1\text{ M}\Omega$). Peut servir de tampon entre deux montages et comme adaptateur d'impédances.

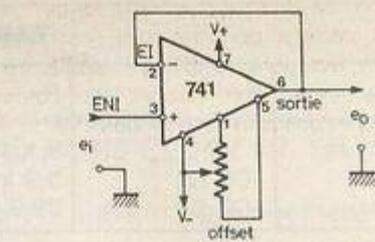


Fig. 15

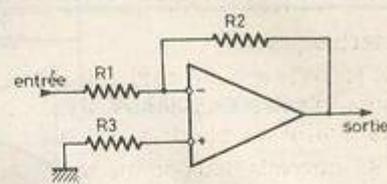


Fig. 16

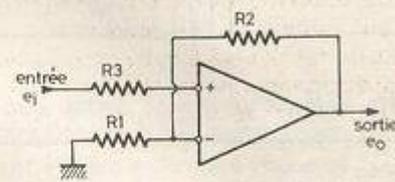


Fig. 17

Amplificateur inverseur

Son schéma est à la figure 16. Entrée sur EI (fil 2). La valeur de la résistance sur 3 est :

$$R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

On choisira R_1, R_2, R_3 , d'après le gain désiré, conformément au tableau II ci-après.

Remarquons que l'on a un gain égal à R_2/R_1 dans toutes les variantes proposées.

Amplificateur non inverseur avec gain

Comme le précédent, mais entrées perméutées comme indiqué à la figure 17. La valeur de R_3 se calcule comme précédemment (mise en parallèle de R_1 et R_2).

TABLEAU II

Gain tension	R_1	R_2	R_3	Bande	R entrée
1	$10\text{ k}\Omega$	$10\text{ k}\Omega$	$5\text{ k}\Omega$	1 MHz	$10\text{ k}\Omega$
10	$1\text{ k}\Omega$	$10\text{ k}\Omega$	$9\text{ k}\Omega$	100 kHz	$1\text{ k}\Omega$
100	$1\text{ k}\Omega$	$100\text{ k}\Omega$	$990\ \Omega$	10 kHz	$1\text{ k}\Omega$
1000	$100\ \Omega$	$100\text{ k}\Omega$	$100\ \Omega$	1 kHz	$100\ \Omega$

On choisira R_1 et R_2 d'après le gain :

TABLEAU III

Gain	R_1	R_2	Bande	R entrée
10	1 k Ω	9 k Ω	100 kHz	400 M Ω
100	100 Ω	9,9 k Ω	10 kHz	280 M Ω
1000	100 Ω	99,9 k Ω	1 kHz	80 M Ω

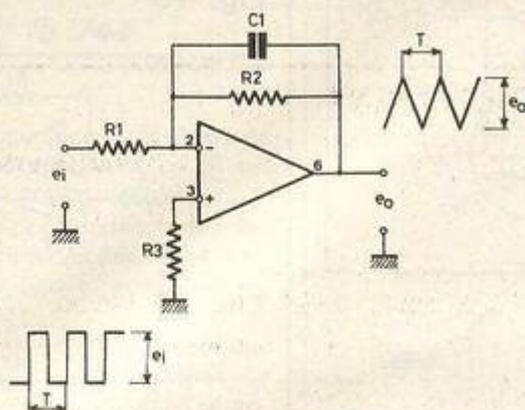


Fig. 18

Par exemple, si le gain est 10, $R_3 = 900 \Omega$. Dans les trois exemples, le gain est très proche de R_2/R_1 .

Intégrateur simple

Son montage (voir fig. 18) est en amplificateur inverseur avec CR sélective. D'une manière générale la tension de sortie est égale à :

$$e_o = \frac{1}{R_1 C_1} \int e_i dt \quad (1)$$

ce qui donne la forme triangulaire de e_o lorsque e_i est rectangulaire.

Exemple numérique :

$e_i = 5$ V crête à crête ;

$e_o = 2,5$ V c. à c. ;

$f = 1$ kHz, donc :

$T = 1$ ms ;

$R_1 = 10$ k Ω ;

$R_2 = 100$ k Ω ;

$R_3 = 9,1$ k Ω ;

$C_1 = 0,1$ μ F.

On peut, en (1), faire précéder le second membre du signe - en raison de l'inversion. Le calcul de e_o est facile d'après la formule (1), dans l'intervalle de temps de 0 à $T/2$. On a e_o crête à crête :

$$e_o \text{ (c. à c.)} = \frac{1}{R_1 C_1} \int_0^{T/2} e_i dt$$

Les valeurs numériques sont :

$R_1 C_1 = 0,001$ s ;

$T/2 = 0,0005$ s ;

$e_i = 5$ V.

On trouve e_o (c. à c.) = 2,5 V (c. à c.).

La fonction de R_2 est de stabiliser le circuit intégrateur en limitant le gain aux TBF, ce qui réduit le déphasage. La fréquence au-dessus de laquelle le montage fonctionne comme intégrateur est :

$$f_b = \frac{1}{2 \pi R_2 C_1} \text{ Hz}$$

Par exemple, si $R_2 = 100$ k Ω , $C_1 = 0,1$ μ F, on trouve :

$$f_b = \frac{10^7}{2 \pi \cdot 10^5} = \frac{100}{2 \pi} = 15,91 \text{ Hz}$$

Pour la meilleure linéarité, choisir f égal à 10 fois f_b , ou toute valeur supérieure.

Avec le montage proposé, l'erreur de linéarité est de 1% à 1 kHz.

Cet intégrateur donne des signaux triangulaires à partir de signaux rectangulaires. Le cas contraire est réalisable avec un montage différentiateur. Celui-ci sera décrit dans la prochaine suite de cette série consacrée au 741.

F. JUSTER

TOUS LES
RELAIS
RADIO-RELAIS
18, RUE CROZATIER
75012 PARIS
Tél. 344.44.50

R.E.R. GARE DE LYON

Revendeurs

NE LAISSEZ PAS AUX AUTRES
ce marché potentiel que représente
la vente des

KITS

NE VENDEZ PAS N'IMPORTE QUOI...

CHOISIR LE N° 1
en toute sécurité

AMTROP

Importé et distribué en France par :

électronique-promotion

IMPORT - EXPORT



BP 7 • ZI DES FADES 06150 LE CANNET-ROCHEVILLE
☎ (93) 45 09 30 • Telex PROSUDE 470089 F

Antenne à Paris - 22, rue de la Vega - 75012 Paris
Tél. : 343.03.38 et 307.05.27 - Télex : 211.801