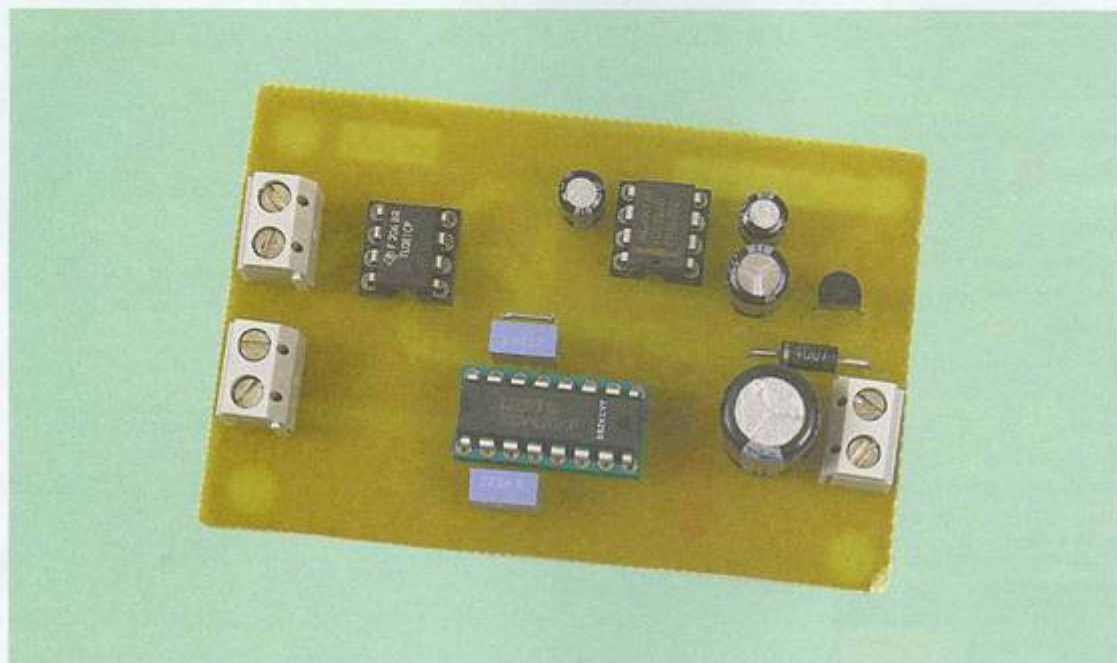


Convertisseurs pour liaison 4/20 mA



Lorsque l'on souhaite transmettre une tension analogique (par exemple la tension de sortie d'un capteur) sur une longue distance on est souvent amené à utiliser une liaison 4/20 mA. Cette solution évite d'avoir à numériser le signal dès le départ ce qui est généralement plus coûteux car les contraintes d'encombrement sur le terrain sont parfois sévères et les sources d'alimentation peu nombreuses.

Pour vous permettre d'expérimenter les bienfaits d'une liaison 4/20 mA nous vous proposons de réaliser deux petites interfaces ultra simplifiées mais très performantes grâce à l'utilisation des circuits XTR110KP et RCV420KP.

Schéma

Le schéma de la carte de transmission 4/20 mA est visible en **figure 1** tandis que le schéma de la carte de réception est reproduit en **figure 2**. Les montages font appel à des circuits spécialisés pour la conversion 4/20 mA, ceci pour des raisons de précision. Il aurait été possible de réaliser la conversion 4/20 mA avec des composants discrets (surtout que pour la réception une simple résistance suivie d'un AOP pourrait très bien faire l'affaire), cependant nous avons préféré faire appel à des circuits spécialisés pour permettre d'utiliser ces mon-

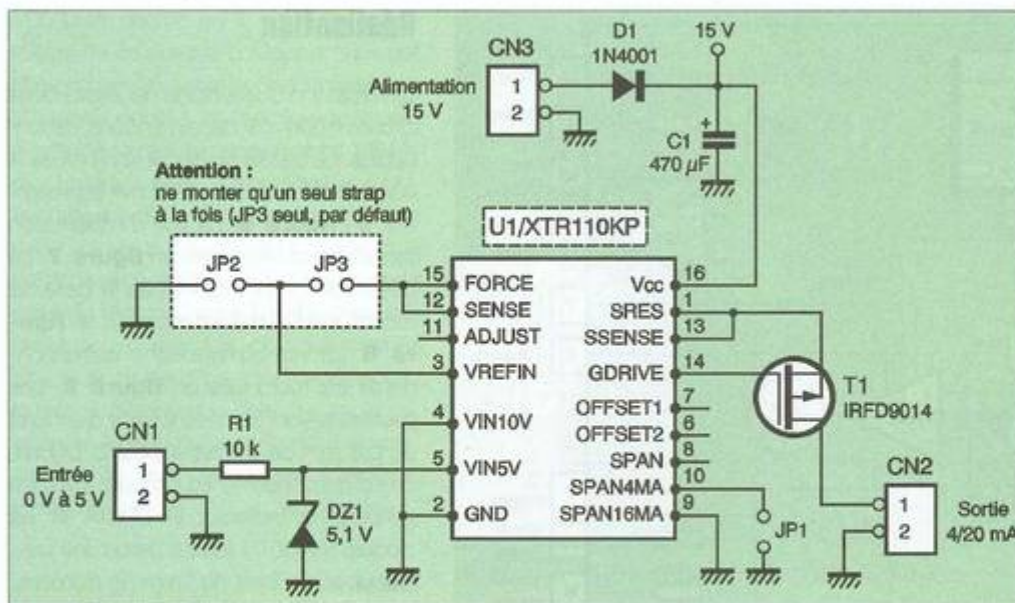
tages dans des systèmes numériques mettant en œuvre des convertisseurs 10 bits.

Le carte de transmission 4/20 mA fait appel au circuit XTR110KP (U1 sur la figure 1) qui est certainement l'un des plus connus pour réaliser cette fonction. Ce circuit est excessivement simple à mettre en œuvre car il intègre une référence de tension, un générateur de courant configurable et un étage de sortie capable de piloter directement un transistor de puissance (transistor PNP Darlington ou bien transistor MOS canal P), comme le dévoile la **figure 3**.

Le circuit XTR110KP dispose de 2 entrées qui permettent de s'accommoder d'une tension de commande de 0 à 5 V ou bien de 0 à 10 V. Nous avons choisi d'exploiter l'entrée 5 V (patte 5) pour ce montage, mais si vous préférez utiliser l'entrée 10 V il vous suffira d'inverser le rôle des broches 4 et 5 sur le schéma.

Le circuit U1 permet également de modifier la plage de fonctionnement du générateur de courant selon le potentiel qui est appliqué aux broches 3, 9 et 10. La broche 9 permet de fixer la sortie du générateur à 16 mA à pleine échelle (grâce à la résistance R6 de précision qui apparaît en figure 3). Si la broches 10 est mise également à la masse cela revient à mettre la résistance R7 interne en parallèle avec la résistance R6 interne. Cela provoque une augmentation du courant de sortie à pleine échelle. Avec la valeur calibrée de R7 cela provoque une augmentation de 4 mA de la valeur à pleine échelle qui passe donc à 20 mA (16 mA + 4 mA).

En combinant le rôle de l'entrée de la broche 3 (Vref in) il est alors possible d'obtenir 4 gammes de fonctionnement pour ce montage. Ceci explique pourquoi nous avons ajouté 3 jumpers sur ce

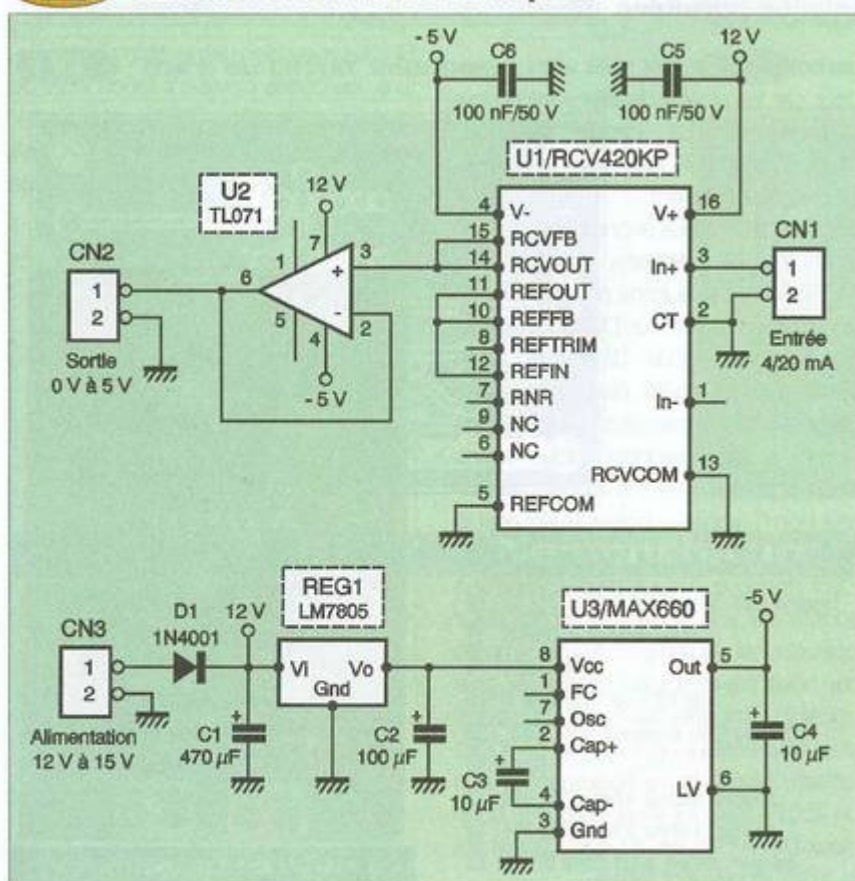


1 Schéma de la carte de transmission

montage. La figure 4 vous indique les différentes combinaisons possibles et les gammes de fonctionnement correspondantes. Toutefois faites attention car les jampers JP2 et JP3 ne doivent jamais être présents en même temps sur le montage. Sinon vous mettez la tension de référence interne du circuit U1

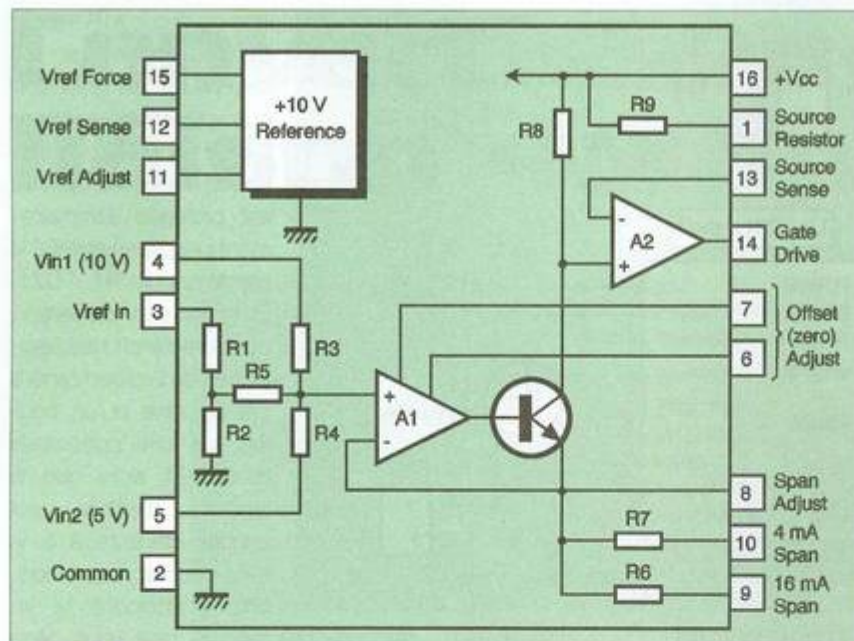
en court-circuit à la masse ! En fait, les jampers ici sont accessoires car, si vous voulez exploiter ce montage avec la carte de réception, vous ne devez monter que le jumper JP3 (pour obtenir une gamme de fonctionnement de 4/20 mA). Nous avons prévu les jampers uniquement pour tester les possibi-

2 Schéma de la carte de réception



lités du circuit XTR110KP. L'entrée du circuit U1 sera pilotée par la tension que vous souhaitez transmettre à l'aide d'une boucle 4/20 mA. L'entrée est protégée sommairement jusqu'à environ 50 V par le couple R1 / DZ1. En raison de la dispersion des caractéristiques électriques de la diode zener il est possible qu'un courant de fuite apparaisse dans DZ1 alors que la tension d'entrée est encore inférieure à 5 V. Cela pourrait vous empêcher d'atteindre la fin d'échelle (20 mA). Si cela vous gêne vous pourrez remplacer la diode DZ1 par une diode zener de 5,6 V. Ou bien, si vous êtes certain que la tension d'entrée ne dépassera jamais 5 V vous pouvez aussi supprimer la diode zener. Mais dans ce dernier cas, vous n'aurez pas le droit à l'erreur.

Le courant de sortie du montage sera fourni par un petit transistor MOS de type P. Nous avons choisi un modèle IRFD9014 en raison de la dissipation que le transistor peut avoir à subir lorsque le montage fonctionne en permanence à pleine échelle. Si vous souhaitez remplacer le transistor MOS par un transistor bipolaire PNP de type Darlington vous devez monter la base à la place de la grille de T1, l'émetteur à la place de la source et le drain à la place du collecteur. Le montage est prévu pour être alimenté par une tension de 15 VDC qui n'a pas besoin d'être stabilisée. N'importe quels petits blocs d'alimentations d'appoints devraient faire l'affaire car notre montage ne consomme guère plus que 30 mA (dont 20 mA pour la sortie). La diode D1 permet de protéger le montage en cas d'inversion du connecteur d'alimentation tandis que le condensateur C1 se charge de parfaire le filtrage de la tension d'alimentation (au cas où vous utiliseriez un bloc d'alimentation d'appoint qui ne contient qu'un transformateur et un pont de diodes). La figure 2 représente la carte de réception. Le schéma est légèrement plus compliqué que pour la carte de



3 Structure interne du XTR110KP

JP1	JP2	JP3	Début de gamme (Vin = 0 V)	Fin de gamme (Vin = 5 V)
Off	Off	On	4 mA	20 mA
On	Off	On	5 mA	25 mA
Off	On	Off	0 mA	16 mA
On	On	Off	0 mA	20 mA

4 Les différentes combinaisons possibles

transmission 4/20 mA car pour faire fonctionner le montage il faut disposer d'une tension négative. En effet le circuit de réception 4/20 mA que nous avons choisi, le très répandu RCV420KP dont le synoptique est reproduit en **figure 5**, nécessite une tension d'au moins - 5 V pour fonctionner.

Pour faciliter l'utilisation de ce montage nous avons préféré conserver une alimentation simple, ce qui explique pourquoi nous avons fait appel à un petit convertisseur DC-DC pour fournir la tension - 5 V. En fait le circuit U1 de la **figure 2** est conçu pour fonctionner avec une alimentation symétrique ± 12 V, mais il peut aussi fonctionner avec des tensions aussi basses que +11,4 V et - 5 V. Nous avons préféré utiliser du - 5 V car le convertisseur DC-DC nécessaire est plus simple à approvisionner. Nous avons finalement choisi un convertisseur MAX660 extrêmement répandu dont on peut trouver de nombreux équivalents tels que par exemple le circuit ICL7660 (vérifiez bien quel est le circuit équivalent

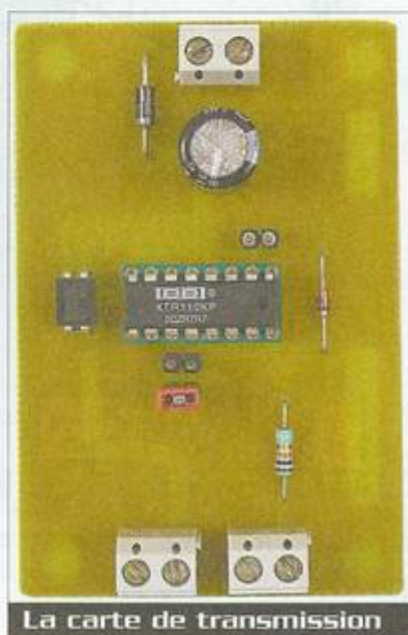
qui est le moins cher chez votre revendeur car les écarts de prix sont parfois surprenants). Le circuit MAX660, comme la plupart des ses équivalents ne fonctionnent que sous 5 V en entrée. Nous avons donc dû faire appel à un petit régulateur 7805 en boîtier TO92. Nous aurions pu faire appel à un autre convertisseur DC-DC capable de fonctionner sous 12 V mais cette solution aurait coûté plus cher et les composants nécessaires sont moins faciles à approvisionner. Nous avons donc jugé que l'ajout d'un petit régulateur bon marché en boîtier TO92 était la meilleure solution pour nos lecteurs. Etant donné que nous disposons d'une source - 5 V le choix de l'amplificateur opérationnel de sortie se trouve simplifié car nous n'avons plus besoin de faire appel à un modèle "rail to rail". N'importe quel amplificateur opérationnel peut faire l'affaire. Nous avons finalement retenu un TL071 mais s'il vous reste des bons vieux LM741 ou μ A741 dans vos tiroirs ils feront également l'affaire.

Réalisation

La réalisation du montage nécessite deux circuits imprimés de dimensions raisonnables. Le dessin du circuit imprimé de la carte de transmission 4/20 mA est reproduit en **figure 6**. La vue d'implantation associée est reproduite en **figure 7**. Le dessin du circuit imprimé de la carte de réception 4/20 mA est reproduit en **figure 8**. La vue d'implantation correspondante est reproduite en **figure 9**. Les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre, pour la plupart. En ce qui concerne les borniers à vis, les jumpers, le transistor IRFD9014 et les diodes 1N4001 il faudra percer les pastilles avec un foret de 1mm de diamètre. Avant de réaliser le circuit imprimé il est préférable de vous procurer les composants pour vous assurer qu'ils s'implanteront correctement. Cette remarque concerne particulièrement le transistor T1 de la carte de réception 4/20 mA.

Il n'y a pas de difficulté particulière pour l'implantation. Soyez tout de même attentifs au sens des condensateurs et des circuits intégrés. N'oubliez pas l'unique strap qui est monté sur la carte de réception 4/20 mA (voir à côté de C5 sur la figure 9).

Si vous avez bien respecté la nomenclature, les cartes devraient fonctionner du premier coup. Pour tester plus facilement la carte de transmission 4/20 mA vous pourrez placer une résistance de

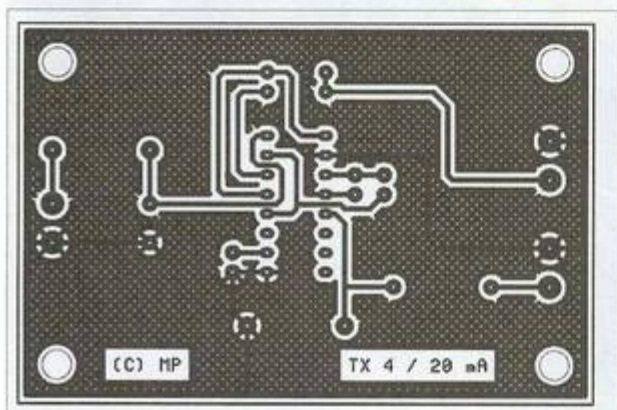
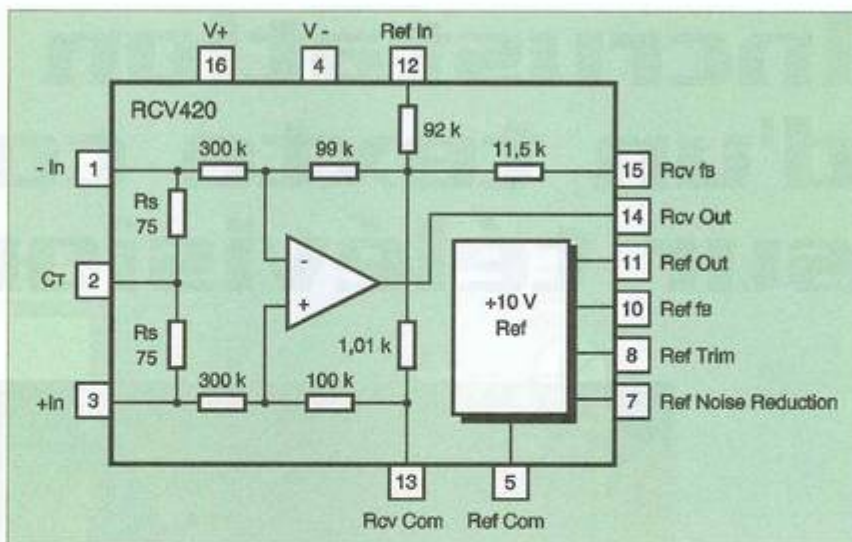


La carte de transmission

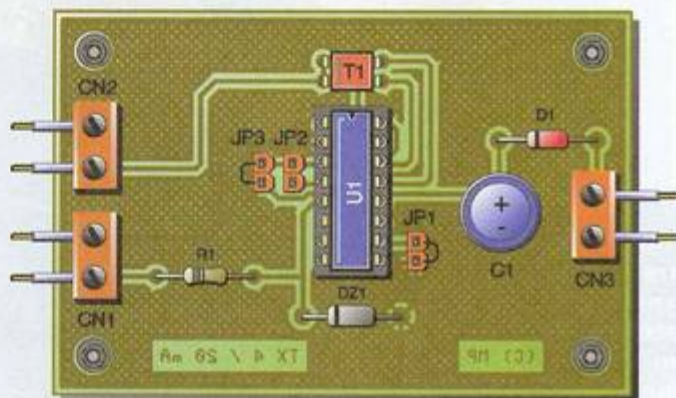
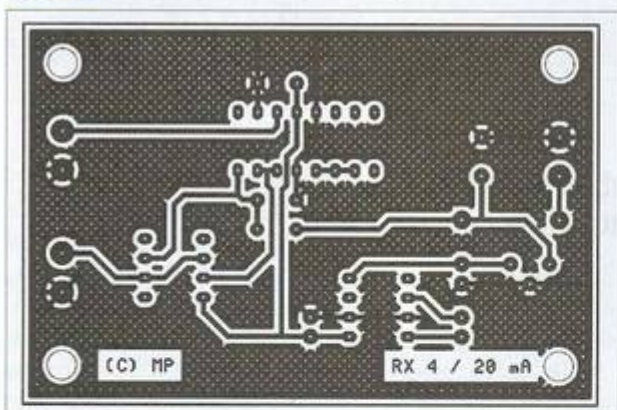
100 Ω en charge sur la sortie pour permettre de mesurer le courant produit par le montage. Vous obtiendrez environ 2,0 V à pleine échelle, en fonction de la précision de la résistance que vous utiliserez. Lorsque vous aurez validé le fonctionnement de la carte de transmission 4/20 mA vous pourrez la raccorder à la carte de réception (en ayant pris soin de retirer la résistance de 100 Ω , bien évidemment). Cette fois ci, vous devriez obtenir en sortie de la carte de réception la même tension que celle qui est appliquée en entrée de la carte de transmission 4/20 mA, avec une précision meilleure que 100 mV à pleine échelle.

P. Morin

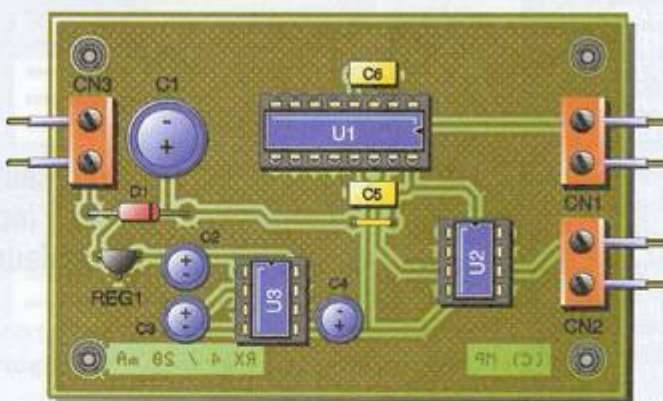
5 Synoptique du RCV420KP



6/8 Tracé du circuit imprimé



7/9 Implantation des éléments



Nomenclature

CARTE DE TRANSMISSION 4/20 MA

CN1, CN2, CN3 : Bornier à vis 2 contacts, bas profil

C1 : 470 μ F/25 Volts, sorties radiales

DZ1 : Diode zener 5,1 V 1/4W

(ou 5,6 V, voir le texte)

D1 : 1N4001 (diode de redressement 1 A/100 V)

JP1, JP2, JP3 : Jumper au pas de 2,54 mm

R1 : 10 k Ω 1/4W 5 % (Marron, Noir, Orange)

T1 : IRFD9014 ou équivalent

U1 : XTR110KP

CARTE DE RÉCEPTION 4/20 MA

CN1, CN2, CN3 : Bornier à vis 2 contacts, bas profil

C1 : 470 μ F/25 Volts, sorties radiales

C2 : 100 μ F/25 Volts, sorties radiales

C3, C4 : 10 μ F/25 Volts, sorties radiales

C5, C6 : 100 nF/50 V

D1 : 1N4001 (diode de redressement 1 A/100 V)

REG1 : Régulateur LM7805 (5 V) en boîtier TO92

U1 : RCV420KP

U2 : TL071 ou équivalent (TL081, μ A721, etc...)

U3 : MAX660 ou équivalent (ICL7660,....)