table détermine le niveau d'obscurité souhaité pour le démarrage de la temporisation. Il suffit d'attendre la tombée de la nuit et d'agir sur le curseur dans un sens ou dans l'autre de façon à obtenir un état haut sur la sortie 3 de la porte NOR I de IC2. Ce niveau de basculement correspond à une obscurité plus importante si on tourne le curseur dans le sens horaire. Généralement, la position médiane convient.

*Réglage de l'ajustable A2*

On se fixera une durée maximale de la temporisation telle qu'elle est explicitée au paragraphe « Temporisation ». Si celle-ci est par exemple de 4 heures, on calculera la période correspondante au signal carré disponible au niveau de la broche n° 9 (∅o) de IC3. Cela revient à effectuer le calcul suivant :

$$T = \frac{4 \times 3600}{8192} \text{ s} = 1{,}75 \text{ s}$$

Il convient également de décider si l'interrupteur I2 est à laisser ouvert ou au contraire à fermer. En cas de fermeture et dans le cas de l'exemple traité ci-dessus, les périodes d'allumages et d'extinctions seront de :

1,75 s x 1024 = 1792 s, soit environ 30 minutes.

Le tableau ci-après indique la plage des réglages possibles.

Enfin, il est recommandé de placer le module dans un boîtier en matière isolante pour d'évidentes raisons de sécurité. En effet, les parties conductrices sont directement reliées au secteur 220 volts. On peut même munir ce boîtier d'une fiche mâle intégrée (par exemple en utilisant deux fiches du type « banane ») pour une utilisation encore plus simple et plus pratique du montage.

**R. KNOERR**

| | T (∅9) | T (Q 10) | T Max (1/2 période de Q14) |
|---|---|---|---|
| **Mini** | 0,0484 s | 49 s | 6 min 36 s |
| **Moyen** | 2,4684 s | 42 min | 5 h 37 min |
| **Maxi** | 4,8884 s | 1 h 24 min | 11 h 05 min |

## Nomenclature

**2 straps (1 horizontal, 1 vertical)**

**R1 : 22 kΩ - 10 W (bobinée vitrifiée)**
**R2 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)**
**R3 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)**
**R4 : 1 MΩ (marron, noir, vert)**
**R5 à R7 : 3 x 10 kΩ (marron, noir, orange)**
**R8 : 2,2 MΩ (rouge, rouge, vert)**
**R9 et R10 : 2 x 10 kΩ (marron, noir, orange)**
**R11 : 470 Ω (jaune, violet, marron)**
**R12 : 330 Ω (orange, orange, marron)**

**A1 : Ajustable 220 kΩ**
**A2 : Ajustable 1 MΩ**

**LDR : Photo-résistance ∅ 5 mm**

**Pont de diodes**

**DZ : Diode Zéner 20 V / 1,3 W**
**D1 : Diode 1N 4004**
**D2 à D4 : 3 diodes signal 1N 4148**

**C1 et C2 : 2 x 1000 µF / 25 V - Électrolytique**
**C3 à C6 : 4 x 0,1 µF - Céramique multicouches**
**C7 : 2,2 µF - Céramique multicouches**

**T : Transistor NPN - BC 546**
**TR : Triac - 400 V - BTA 08 600 B**

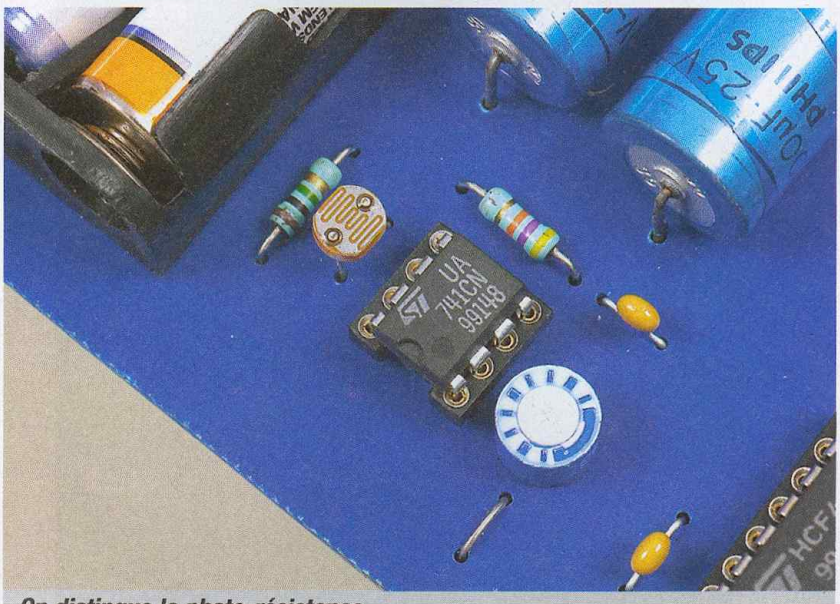
**IC1 : LM 741 (ampli-op)**
**IC2 : CD 4001 (4 portes NOR)**
**IC3 : CD 4060 (compteur binaire 14 étages + oscillateur)**
**IC4 : MOC 3021 (coupleur optique)**

**1 support 6 broches**
**1 support 8 broches**
**1 support 14 broches**

**1 support 16 broches**

**I1 et I2 : 2 interrupteurs unipolaires DIL**

**Bornier soudable**
**Coupleur 4 piles LR3**
**4 accus 1,5 V - LR3**
**Coupleur pression**




*On distingue la photo-résistance*

# Amplificateurs opérationnels de puissance pour la commande de moteurs

***Si nous utilisons souvent des amplificateurs opérationnels courants dans les réalisations que nous vous proposons, ceux de puissance et supportant une haute tension ne le sont que rarement. Ils permettent de concevoir des commandes de moteurs à courant continu, des amplificateurs audiofréquences et même des alimentations haute tension. Dans cet article, nous vous proposons la description de quelques AOP de puissance ainsi que leurs schémas d'application.***

## Le LM675

Le premier composant que nous vous présentons est le LM675, amplificateur présentant une large bande passante et une basse tension d'offset d'entrée, ce qui le destine aussi bien aux applications en courant AC ou DC. Le LM675 est capable de délivrer un courant excédant 3 ampères sous une tension de 60 V.

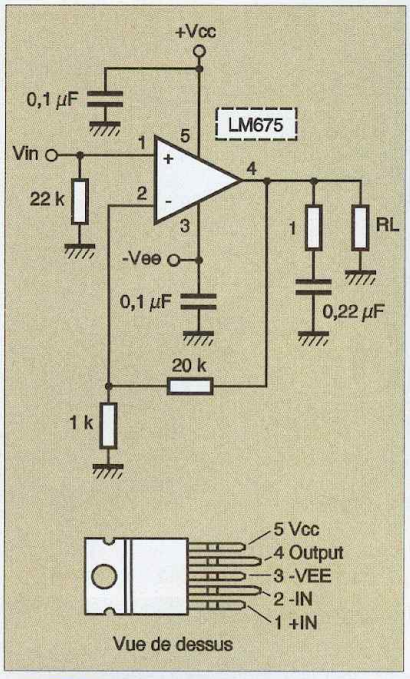
Il est équipé de deux protections : l'une contre un courant débité excessif et l'autre contre une élévation dangereuse de sa température interne.

Son brochage ainsi que l'une de ses applications types sont donnés en **figure 1**.

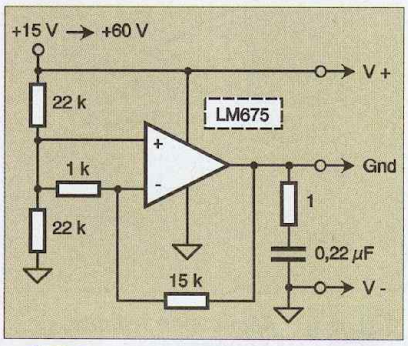
Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Courant de sortie de 3 A
- Gain typique de 90 dB
- « Slew rate » de 8 V/µs
- Bande passante en puissance de 70 kHz
- Offset typique de 1 mV
- Protection contre les courts-circuits
- Gamme de tension d'alimentation de 16 V à 60 V
- Diodes internes de protection
- Réjection de l'ondulation d'une valeur de 90 dB

Ses applications concernent aussi bien le contrôle de la vitesse des moteurs, les amplificateurs de servomoteurs, que les amplificateurs de pont ou les systèmes d'instrumentation. Nous donnons en **figure 2** un schéma permettant de disposer d'une alimentation symétrique à partir d'une simple tension d'entrée. Cette alimentation est réglable entre +/- 8 V et +/- 30 V. Le circuit représenté en **figure 3** nous semble très intéressant dans la mesure où deux tensions permettent le positionnement exact de l'axe d'un

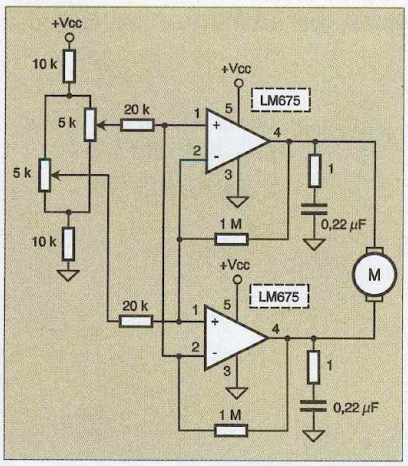



**1** ***Brochage du LM675 et configuration typique***




**2** ***Alimentation symétrique***

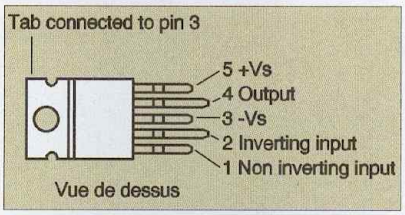
**3** ***Commande d'un servomoteur avec le LM165***



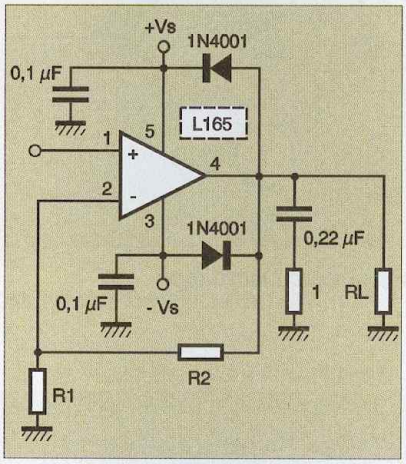

servomoteur. Ces tensions ici issues de deux potentiomètres peuvent également provenir de convertisseurs et le moteur peut être ainsi piloté par un microcontrôleur.

## Le L165

Second amplificateur présenté, le L165 est un circuit intégré monolithique en boîtier Pentawatt. Son brochage est donné en **figure 4**. Son courant de sortie atteint 3 A (3,5 A en pique) et il dispose, comme la plupart de ses concurrents, des protections en courant et en température. Il est alimenté sous une tension symétrique pouvant atteindre +/- 18 V. Sa configuration en amplificateur non inverseur de gain >10 est représentée en **figure 5**. Voyons maintenant ce qui nous intéresse, c'est-à-dire la commande de moteurs à courant continu. Le schéma donné en **figure 6** permet le pilotage bidirectionnel d'un moteur au moyen de signaux logiques compatibles TTL, CMOS et µP. Les entrées logiques E1 et E2, selon le niveau qui leur est appliqué, déterminent le sens de rotation du moteur tandis que la tension appliquée sur la dernière permet de régler la vitesse du moteur. C'est un montage tout à fait recommandé pour être utilisé en robotique. Un montage à peu près similaire est présenté en **figure 7**. Il doit être utilisé lorsque le moteur employé demande un courant supérieur à 3,5 A. Les diodes de protection doivent tenir 4 A et être relativement rapides (</= à 500 ns). La dernière application présentée concernant le L165 est donnée en **figure 8**. Elle permet le contrôle bidirectionnel de la vitesse du moteur. Ici, un tachymètre solidaire de l'axe du moteur régule la vitesse. On pourrait également concevoir un convertisseur numérique/analogique bipolaire permettant cette commande au moyen d'un microcontrôleur.




**4** ***Brochage du L165***




**5** ***Le L165 configuré en amplificateur non inverseur***

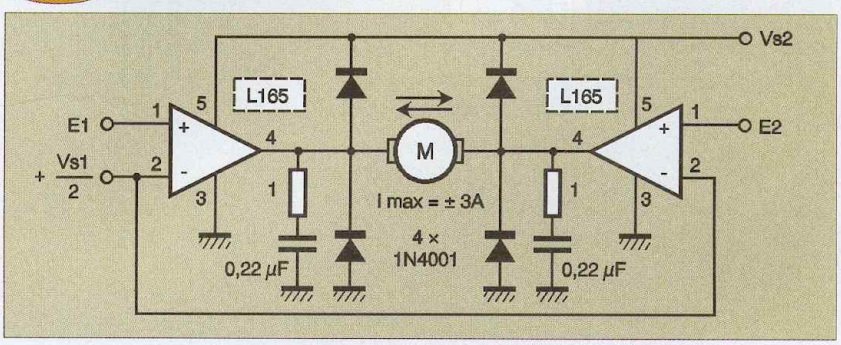
## L'OPA544

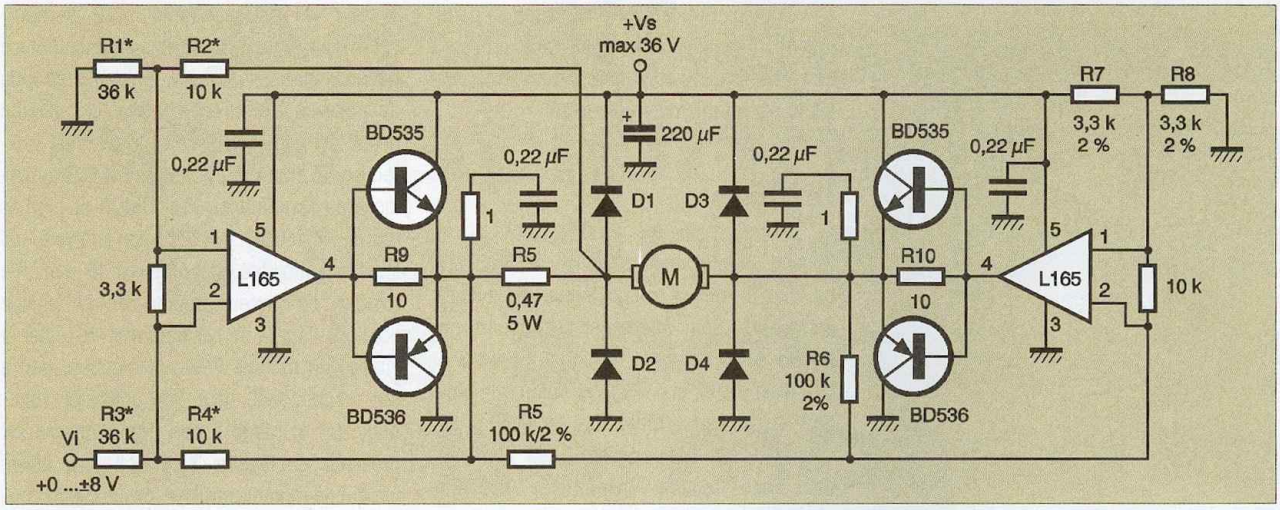
C'est un amplificateur opérationnel haute tension pouvant débiter un courant supérieur à 2 A et qui peut être alimenté sous une large gamme de tension : +/- 10 V à +/- 35 V.
Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

- Courant de sortie important supérieur à 2 A
- Large gamme de tensions d'alimentation
- « Slew rate » de 8 V/µs
- Limitation interne du courant
- Protection thermique interne
- Courant d'entrée du FET de 100 pA
- Offset d'entrée : 1 mV maximum

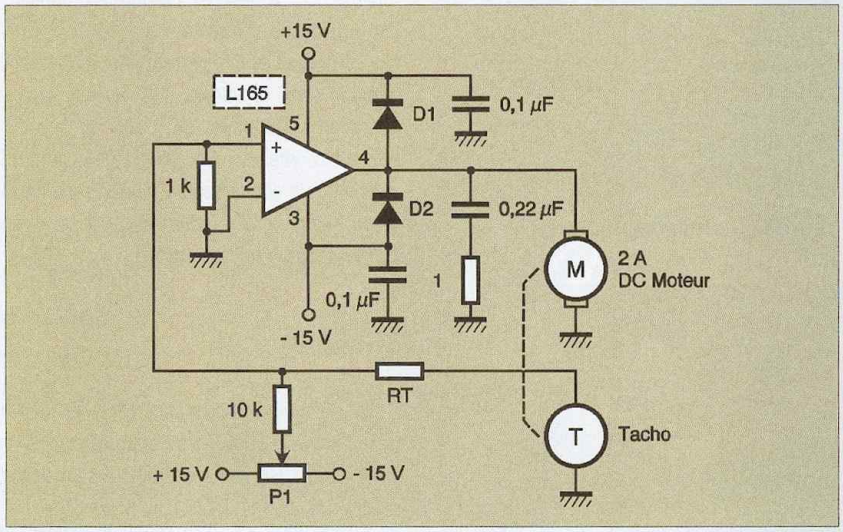
Ses applications sont pratiquement iden-

**6** ***Pilotage bidirectionnel d'un moteur C.C.***

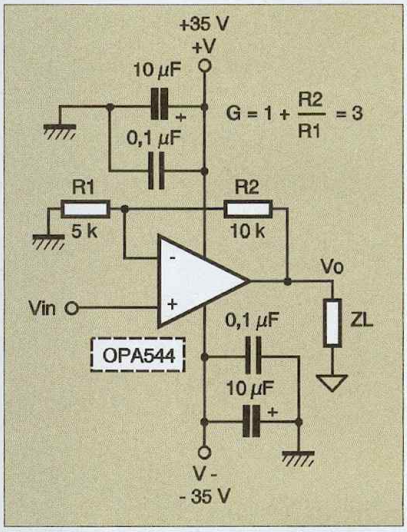





**7** *Pilotage d'un moteur consommant un fort courant*

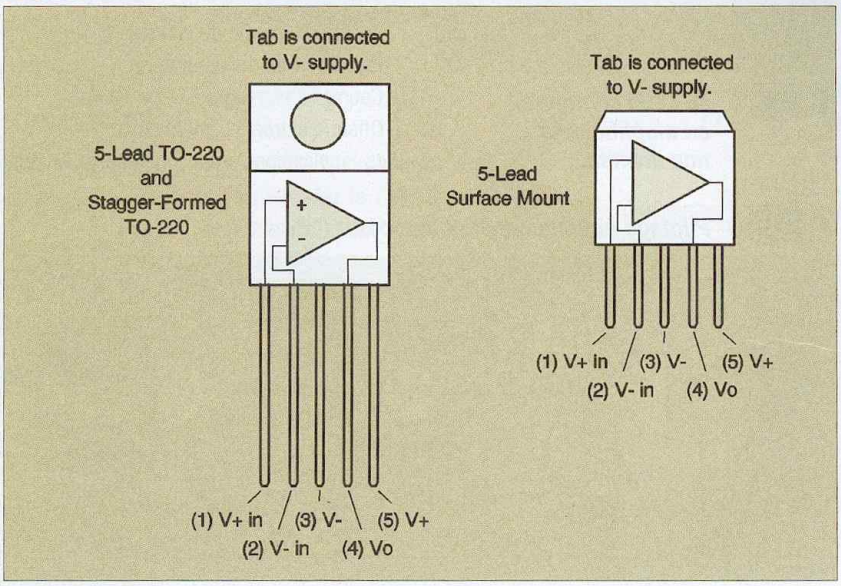



**8** *Contrôle de la vitesse d'un moteur avec tachymètre*



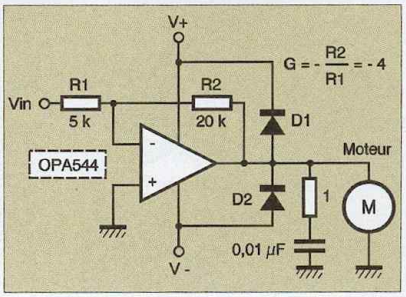

**10** *Application typique de l'OPA544*

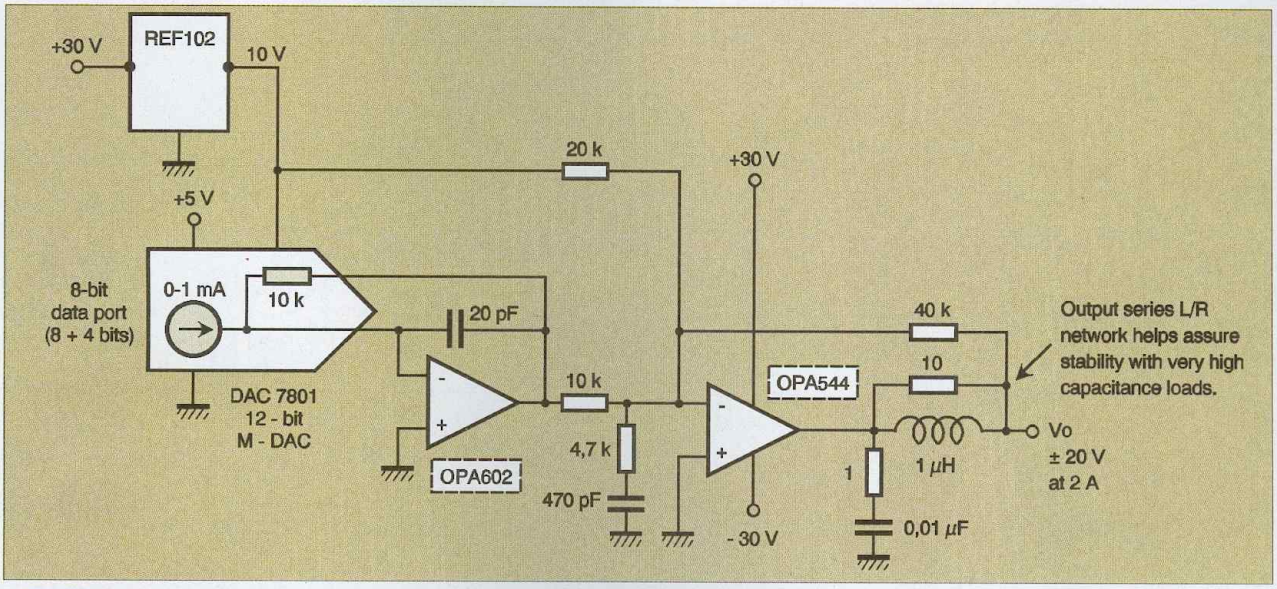
**9** *Brochage de l'OPA544*



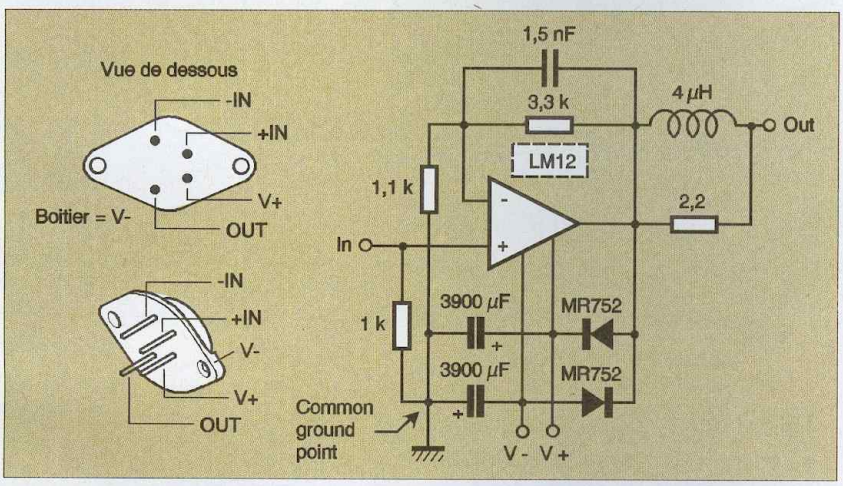

tiques aux AOP déjà présentés : commande de moteurs, alimentation de puissance programmable, amplificateur de servomoteurs, amplificateur audiofréquences. Son brochage et son application typique sont respective-

**11** *Commande d'un moteur C.C. avec un OPA544*






**12** *Alimentation conçue autour d'un OPA544*

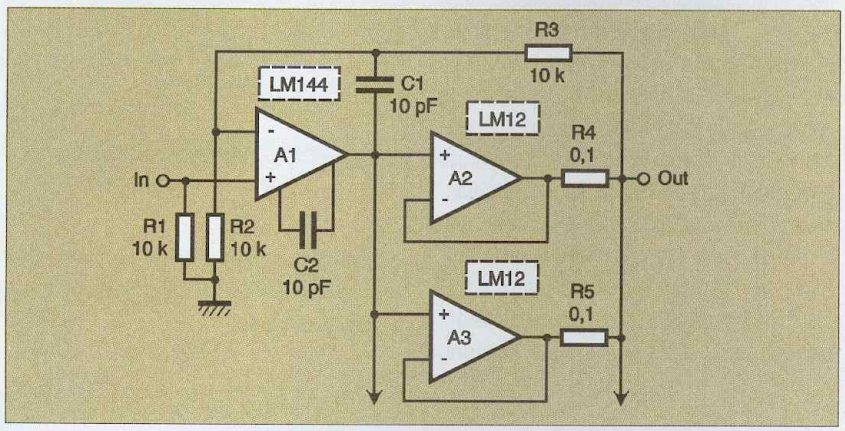



**13** *Brochage du LM12 et application typique (amplificateur BF)*

ment donnés en **figures 9** et **10**. Il est à noter que l'OP544 ne nécessite pas obligatoirement une alimentation symétrique. Par exemple, V- peut être porté à -6 V tandis que V+ peut atteindre 65 V. Attention cependant, car avec cette valeur positive, le composant n'est plus protégé contre les courts-circuits. Nous donnons deux schémas simples utilisant l'OP544 en **figures 11** et **12**. Le premier est une commande moteur à courant continu ne nécessitant que fort peu de composants, les deux diodes doivent être de type rapide.

Le second schéma est une alimentation pouvant délivrer une tension comprise entre -20 V et +20 V sous un courant de 2 A. C'est une alimentation tout particulièrement destinée à être pilotée par un microcontrôleur au moyen d'un convertisseur numérique/analogique 12 bits. La résistance de 1 Ω et le condensateur de 10 nF mis en série assurent une stabilité parfaite au montage.

**14** *Mise en parallèle de plusieurs LM12*

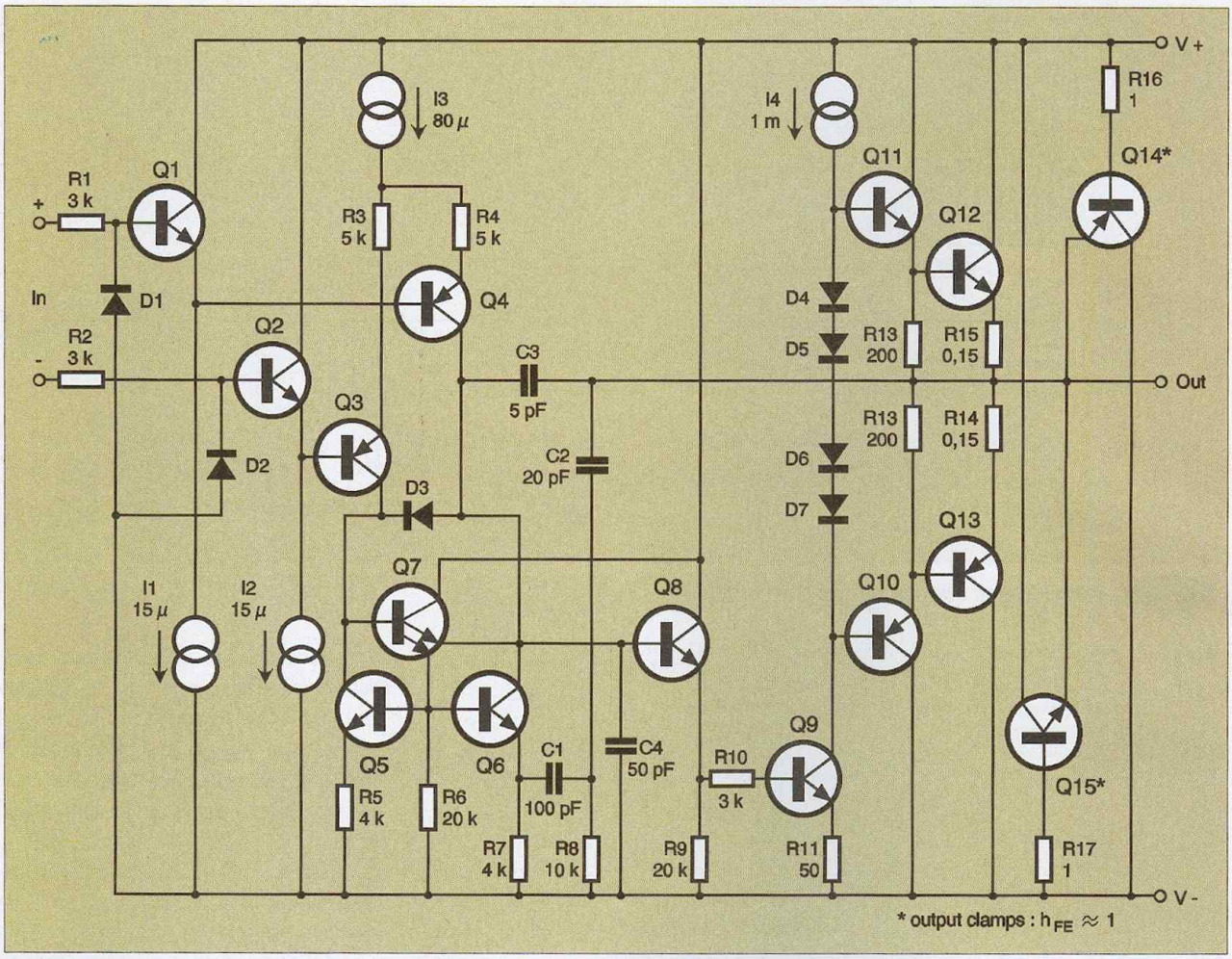



## Le LM12

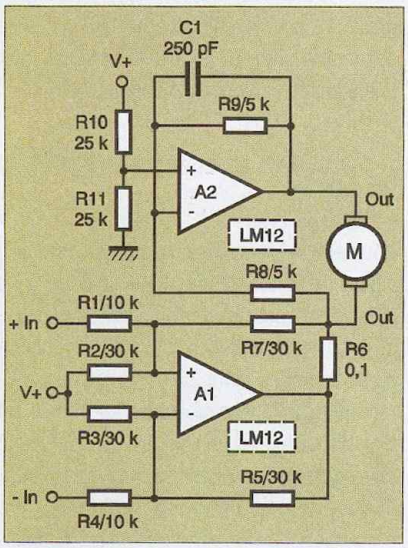
Nous arrivons maintenant au dernier amplificateur de puissance que nous voulions vous présenter. C'est l'un des plus puissants puisqu'il permet de disposer d'une tension de sortie comprise entre +/- 25 V sous un courant atteignant sans problème +/- 10 A. Il est capable de fournir un signal sinusoïdal d'une puissance de 80 W dans une charge de 4 Ω, et ce, avec une distorsion de 0,01 %. Son brochage et une application typique (amplificateur audiofréquences de puissance) sont donnés en **figure 13**.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- Protection interne
- Limitation interne de la température
- Protection contre des tensions supérieures à la normale




**15** *Schéma interne du LM12*

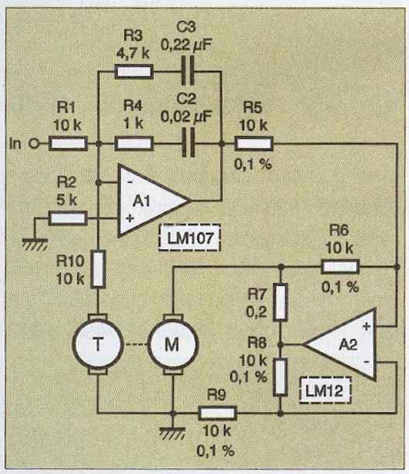



**16** *Commande d'un servomoteur avec alimentation unique*

- Limitation du courant de sortie
- Admet des pics de 800 W
- « Slew rate » de 9 V/µs
- Plusieurs LM12 peuvent être mis en parallèle afin d'augmenter la puissance de sortie comme le montre le schéma donné en **figure 14**

Son schéma interne est donné en **figure 15**. Ses principales applications sont la conception d'alimentation de puissance, les régulateurs haute tension, les amplificateurs audiofréquences de haute qualité et le contrôle des servomoteurs. Les amplificateurs opérationnels sont habituellement alimentés par des tensions symétriques. Il est cependant fort pratique de pouvoir les alimenter sous une seule tension. C'est ce qui est réalisé sur le schéma de la **figure 16** montrant la commande d'un servomoteur. L'une des entrées peut être mise à la masse, l'autre commandant alors le sens de rotation. Il est aussi possible d'appliquer une tension positive de référence sur l'une des entrées et faire varier le signal de commande autour de cette valeur.

La dernière application que nous vous présentons est donnée en **figure 17**. Il s'agit d'une commande de servomoteur utilisant un tachymètre couplé à l'axe du moteur. La vitesse est variable en fonction de la valeur du signal d'entrée.




**17** *Commande de servomoteur avec tachymètre*

**P. OGUIC**

*Bibliographie : NS, ST, BURR-BOWN*