

L'examen attentif des équipements et produits industriels d'aujourd'hui montre bien la pénétration croissante des transistors MOS de puissance. Un effort exceptionnel de recherche de la part des constructeurs a permis d'offrir un large choix en tensions et courants. La maturité de ces produits est désormais évidente, ce qui conduit à une optimisation des coûts de fabrication, et, par suite, à une réelle compétitivité économique entre transistors bipolaires et MOS.

Principes et applications des transistors « HEXFET »

La société International Rectifier avait déjà attiré notre attention par son imposante gamme de dispositifs canal N en technologie HEXFET. L'introduction de transistors complémentaires canal P par cette firme nous paraît être un événement considérable qui indique bien l'avance technologique prise par le constructeur.

Seuls transistors MOS canal P à double diffusion disponibles actuellement sur le marché français, ils méritent une présentation tant théorique que pratique ; laquelle fait l'objet de l'étude ci-après.

Rappels sur la structure HEXFET canal N

En guise d'introduction nous verrons rapidement les quelques données de base permettant une prise de contact simplifiée.

Le transistor bipolaire classique est essentiellement un composant commandé en courant. Comme l'illustre la **figure 1(a)**, un courant doit être appliqué entre la base et l'émetteur pour provoquer un flux de courant dans le collecteur.

Le niveau requis en entrée pour obtenir un courant de sortie donné dépend du gain ; mais, dans tous les cas, un courant doit circuler dans l'électrode de base si l'on veut obtenir un courant dans le collecteur.

Le HEXFET est totalement différent : c'est un transistor MOSFET de puissance commandé en tension. Comme le montre la **figure 1(b)**, une tension doit être appliquée entre la grille et la source, si l'on veut obtenir un courant dans le drain. La grille est isolée électriquement de la source par une couche d'oxyde de silicium. Par conséquent, aucun courant, théoriquement, ne circule entre la grille et la source lorsqu'une tension continue est appliquée entre les deux. En pratique cependant, on peut constater un courant de fuite extrêmement faible, de l'ordre de quelques dizaines de nanoampères.

Si aucune tension n'est appliquée entre la grille et la source, l'impédance entre le drain et la source est très élevée. On constate un faible courant de fuite dans le drain, cou-

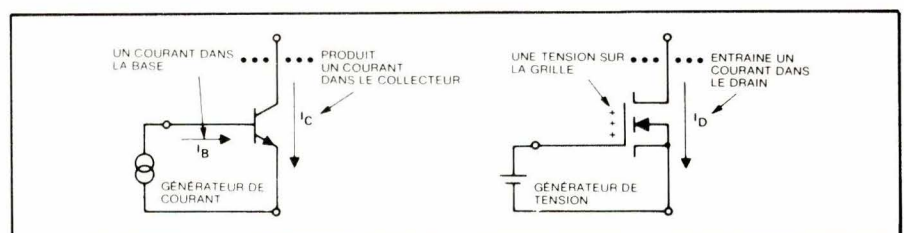


Fig. 1. – Le transistor bipolaire est commandé en courant (a), le HEXFET est commandé en tension (b).

rant dont la valeur est négligeable tant que la tension drain-source n'excède pas la tension drain-source d'avalanche.

Quand une tension est appliquée entre la grille et la source, un champ électrique est établi à l'intérieur du transistor HEXFET. Ce champ module la résistance entre le drain et la source et permet une circulation de courant dans le drain, dépendant de la tension d'alimentation du circuit drain.

La structure de la puce HEXFET est présentée sur la **figure 2**. Elle est caractérisée par une multiplicité de cellules closes de source dont la forme géométrique est hexagonale. Leur densité est d'environ 500 000 par pouce carré, soit en normes métriques 77 000 par centimètre carré.

La vue en coupe montre que l'HEXFET est basé sur une structure double diffusée (D-MOS). Un canal est formé par double diffusion à la périphérie de chaque cellule hexagonale de source. Une couche d'oxyde (grille isolée) recouvre le canal. Une grille silicium recouvre ensuite à la fois l'oxyde isolant et le canal. La grille silicium est à son tour isolée de la source par une couche additionnelle d'oxyde.

Toutes les cellules hexagonales de source sont alors mises en parallèle par une feuille continue de métallisation qui forme la connexion de source. Pour le MOS canal N, le flux de courant circule conventionnellement verticalement à travers le silicium en partant du drain, puis horizontalement à travers la région du canal, et s'échappe verticalement de la source comme le montrent les flèches de la **figure 2**.

Une caractéristique des MOS de puissance est la présence d'une diode « technologique » montée en inverse entre drain et source. Lorsque la connexion de source est rendue positive par rapport au drain, le courant peut circuler à travers le centre de la cellule de source qui devient une jonction P-N polarisée en direct. Ainsi le transistor HEXFET en polarisation inverse drain-source se comporte-t-il comme une diode redresseuse à jonction P-N.

Cette diode intégrale corps-drain est un élément réel du circuit dont la tenue en courant est typiquement aussi élevée que celle du transistor lui-même. Certaines applications nécessitent la présence d'une diode en inverse sur le transistor commutateur. Dans ces cas, il sera possible d'utiliser la diode « technologique » que contient l'HEXFET, en ayant

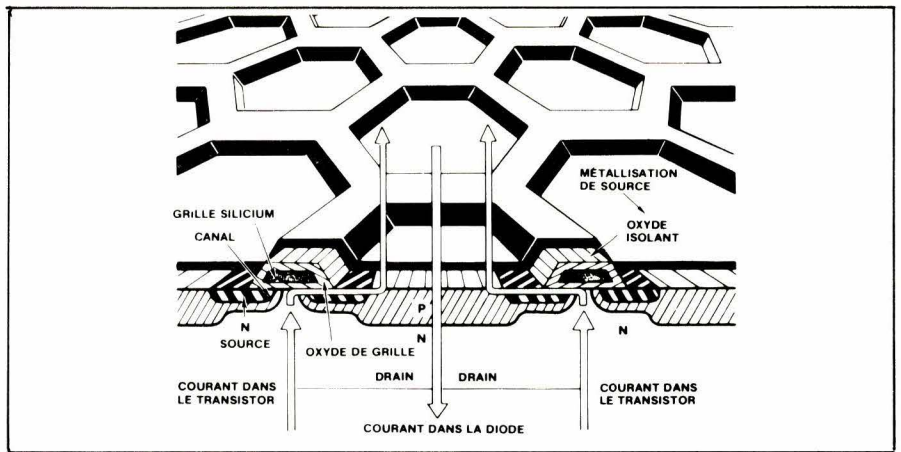


Fig. 2. — Structure simplifiée du HEXFET.

soin de conserver une marge de sécurité en tension et en courant pour ne pas la détruire.

Caractéristiques de base des HEXFET canal P

Tout comme leurs complémentaires canal N, les HEXFET canal P d'*International Rectifier* sont tous actuellement des dispositifs du type à enrichissement. Cela signifie que l'application d'une tension entre les connexions de grille et de source augmente la conductivité, et permet une circulation de courant alors qu'aucun courant ne passe lorsque la grille et la source sont court-circuitées.

Pour qu'il y ait circulation de courant, la tension de grille doit croître (en valeur absolue) vers la tension de drain. En fait, il y a une limitation physique (de l'ordre de 20 V entre grille et source) pour éviter la perforation de la mince couche diélectrique, et donc la destruction du composant.

Dans un dispositif à canal P, le sens conventionnel du débit de courant drain est inversé, c'est-à-dire que le courant entre par la source et s'échappe par le drain lorsqu'une tension négative est appliquée entre grille et source. Cela est montré sur la **figure 3** où le débit est $-I_D$, tandis que $-V_H$ symbolise la haute tension négative d'alimentation par rapport à la masse. On remarquera également la diode « technologique » drain-source montée en inverse.

Alors que les principes physiques de fonctionnement de base sont similaires pour les « canal N » et les « canal P », la résistivité différente du matériau silicium de base entraîne des différences dans leurs caractéristiques spécifiques aussi bien que dans leurs prix. Parce que la résistivité du silicium de type P est beau-

coup plus élevée que celle du silicium de type N, le transistor canal P nécessite une surface active plus importante (typiquement le double) pour présenter les mêmes caractéristiques de courant et de résistance « ON ».

Cette différence de résistivité du matériau silicium de base est un obstacle à la réalisation d'un dispositif canal P qui soit totalement complémentaire électriquement (sur tous les paramètres) de son correspondant canal N.

Parce que, pour une tenue en tension drain-source donnée, la résistance « ON » (à l'état passant) est le paramètre de base le plus important, le dispositif HEXFET canal P aura la surface active (de puce) la plus importante nécessaire pour offrir la même résistance « ON » que le transistor complémentaire canal N correspondant. Les tensions de déblocage de grille, la transconductance et les capacités parasites internes sont apparées au plus près par une étude très précise du semi-conducteur. Le **tableau 1** montre les paramètres de deux transistors HEXFET complémentaires typiques, le IRF 9130 (canal P) et le IRF 120 (canal N). Ce tableau indique jusqu'à

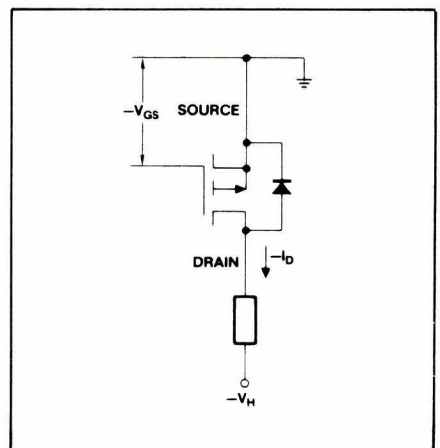


Fig. 3. — Montage fondamental d'un HEXFET canal P.

	Canal N	Canal P
Référence du produit	IRF120	IRF9130
Tension drain-source (max.)	100 V	- 100 V
Taille de la puce	8,04 mm ²	13,25 mm ²
Résistance « ON » (max.)	0,3 Ω	0,3 Ω
Courant de drain à l'état passant et 90° C boîtier	6 A	- 8 A
Courant de drain impulsif	15 A	- 30 A
Tension de seuil de grille (minimum - maximum)	2 à 4 V	- 2 à - 4 V
Transconductance directe (typique)	2,5 S (*)	3,5 S
Capacité d'entrée (typique)	450 pF	500 pF
Capacité de sortie (typique)	200 pF	300 pF
Capacité de transfert inverse (typique)	100 pF	50 pF
Résistance thermique maximum	3,12 deg. C/W	1,67 deg. C/W
Boîtier	TO 3	TO 3

Note : Un Siemens (S) exprime une perte (ou transconductance) de 1 A/V

quel point les paramètres fondamentaux ont pu être rapprochés les uns des autres.

Les tensions spécifiées, la résistance « ON », la tension de seuil de grille, et bien sûr... le boîtier métallique, sont exactement les mêmes. La capacité d'entrée et la transconductance sont également fort bien apparées.

Toutefois, ceux des paramètres qui sont en relation directe avec la surface de la puce, tout particulièrement la résistance thermique, le cou-

rant admissible en impulsions, l'aire de sécurité du transistor, et, jusqu'à un certain point, le courant permanent tolérable, sont différents comme on pouvait le prévoir.

Tandis que ces derniers paramètres n'affectent pas directement le fonctionnement du circuit, ils ont une influence sur le « design » de ce circuit et, lorsque le fonctionnement strictement complémentaire sera nécessaire, le transistor canal P travaillera toujours avec une meilleure marge de sécurité en ce qui concerne

ses caractéristiques de courant et limitations thermiques.

Une analyse attentive des feuilles de spécifications montrerait également que les variations de température, de la tension de seuil, de la résistance « ON » et de la transconductance sont légèrement différentes pour un canal P et pour un canal N. Cette différence peut toutefois être considérée comme secondaire dans la plupart des applications pratiques.

Dans le **tableau 2**, on découvrira la gamme de transistors complémentaires HEXFET et tous les modèles canal P actuellement disponibles. Les dispositifs canal N mentionnés (4 en métal, 4 en plastique) sont extraits de la vaste gamme du constructeur afin de former les couples P et N. Nous avons relevé 48 modèles métal et 44 modèles plastique de canal N dans les notices *International Rectifier* avec des performances atteignant 500 V et 0,055 Ω.

Pour conclure cette partie théorique, nous publions également les courbes caractéristiques du couple de haut de gamme métallique IRF 120 (canal N) et IRF 9130 (canal P) spécifiés dans les **tableaux 1 et 2**.

Tableau 2

Polarité du transistor	TYPE	Tension drain Source en V	Résistance à l'état passant en Ω	Courant drain permanent en A à 90°C boîtier	Courant drain en impulsions (A)	Puis-maximum en W	Trans-conduc-tance typique en A/V	Capacité d'entrée typique en pF	Boîtier		
		V _{DS}	R _{DS (ON)}	I _D	I _{DM}	P _D	S	C _{ISS}			
Canal P et complémentaires	IRF9130	- 100	0.3	- 8.0	- 30	75	3.5	500	TO 3		
	IRF9131	- 60									
	IRF9132	- 100	0.4	- 7.0	- 25						
	IRF9133	- 60									
Canal N	IRF120	100	0.3	6.0	15.0	40	2.5	450	métallique		
	IRF121	60									
	IRF122	100	0.4	5.0	12.0						
	IRF123	60									
Canal P et complémentaires	IRF9530	- 100	0.3	- 7.0	- 30	75	3.5	500	TO 220		
	IRF9531	- 60									
	IRF9532	- 100	0.4	- 6.0	- 25						
	IRF9533	- 60									
	Canal N	IRF520	100	0.3	5.0	15.0	40	2.5		450	AB
		IRF521	60								
IRF522		100	0.4	4.0	12.0						
IRF523		60									
Canal P	IRF9520	- 100	0.6	- 4.0	- 15	40	1.8	300	TO 220		
	IRF9521	- 60									
	IRF9522	- 100	0.8	- 3.5	- 12						
	IRF9523	- 60									

Les caractéristiques typiques de sortie indiquent le courant drain obtenu quand la tension de polarisation drain-source varie de 0 à 50 V selon les différentes tensions de commande V_{GS} : **courbes 1 et 2**.

Les caractéristiques typiques de saturation donnent la tension de déchet drain-source mesurable sous différentes intensités selon la valeur de la tension de commande V_{GS} : **courbes 3 et 4**.

Les aires de sécurité des deux transistors sont limitées par le trait plein pour le régime permanent, et par les pointillés pour les régimes impulsions (avec mention de la durée du phénomène pour une impulsion unique à 150°C de température de jonction) : **courbes 5 et 6**.

Applications des HEXFET canal P

Dans les paragraphes qui suivent, nous présentons un survol rapide des domaines dans lesquels un MOS canal P possède des avantages d'utilisation déterminants. Ce coup d'œil n'est en rien limitatif quant aux applications possibles.

Charges reliées à la masse

Un domaine dans lequel un HEXFET canal P permet une simplification de circuit et une réduction des coûts est celui des charges connectées à la masse. Cela est impératif dans beaucoup de cas en automobile, en aéronautique, et fréquemment dans les applications domestiques.

Dans ces différents cas, en plus de l'aire de sécurité étendue et des excellentes caractéristiques de commutation qui sont communes à tous les HEXFET, l'utilisation d'un dispositif canal P permet à la charge d'être reliée au drain de telle sorte que la commande de grille puisse être référencée à l'une des deux bornes d'alimentation.

L'emploi d'un transistor canal N aurait entraîné ici la nécessité d'une alimentation séparée supplémentaire, référencée à la source, uniquement pour la commande de la grille du transistor.

La **figure 4(a)** montre comment se présente un tel circuit dans le cas d'une commande de grille par circuit C.MOS. La porte de commande sera avantageusement un modèle « B » en série 4000, ou mieux encore, un buffer de type 4049 ou 4050 (caractérisés tous deux par une très basse impédance de sortie). A dé-

faut, la mise en parallèle d'opérateurs logiques C.MOS permet de gagner en vitesse de commutation.

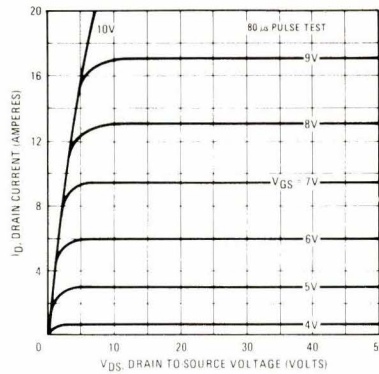
Dans toute application de MOS de puissance, il faudra songer que la limitation de vitesse créée par la capacité d'entrée recule d'autant que la résistance interne du circuit d'attaque est faible. C'est un simple RC dont il faut minimiser le R pour tous les cas où la rapidité est le critère principal.

Dans le cas où la charge est alimentée par une tension supérieure à 15 V, le négatif d'alimentation de la logique de commande C.MOS ne peut plus être relié à la masse, et il

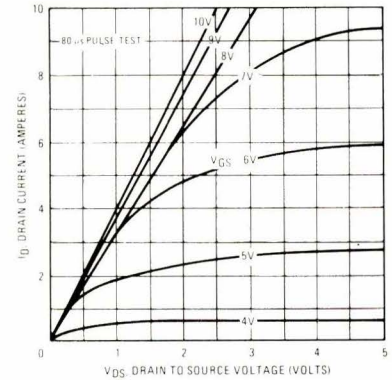
faut créer une alimentation séparée pour la logique comme le montre la **figure 4(b)**.

Une approche équivalente consiste à commander le HEXFET canal P par un décaleur de niveau comme l'indique, plus loin, la **figure 7**. Notons que, pour obtenir le même résultat avec un HEXFET canal N, une alimentation séparée référencée à la source serait nécessaire.

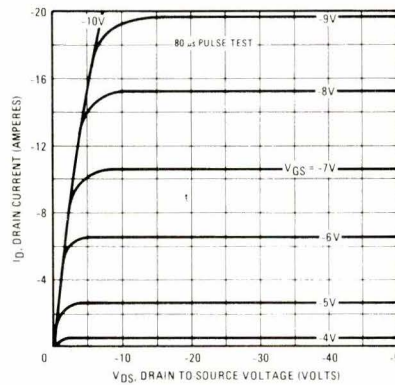
Un dispositif canal P peut également travailler en régime linéaire comme le suggèrent les **figures 5(a) et (b)**. Le transistor se prête volontiers par lui-même à la régulation de



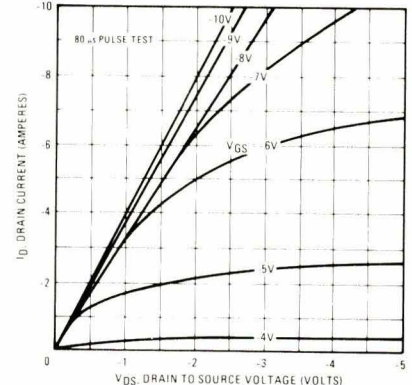
Courbe 1. – IRF 120.



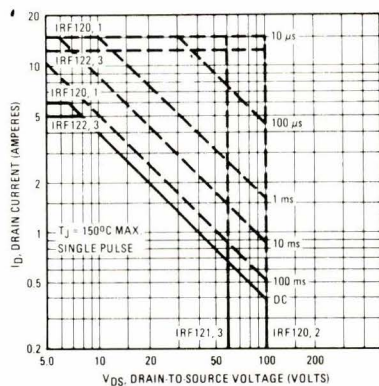
Courbe 3. – IRF 120.



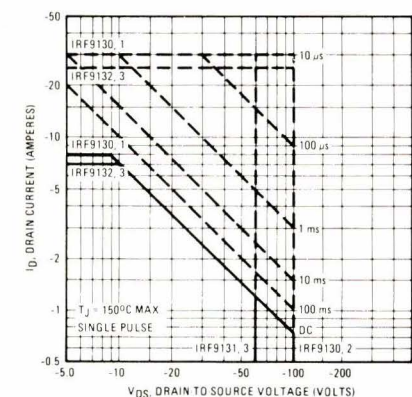
Courbe 2. – IRF 9130.



Courbe 4. – IRF 9130.



Courbe 5. – IRF 120.



Courbe 6. – IRF 9130.

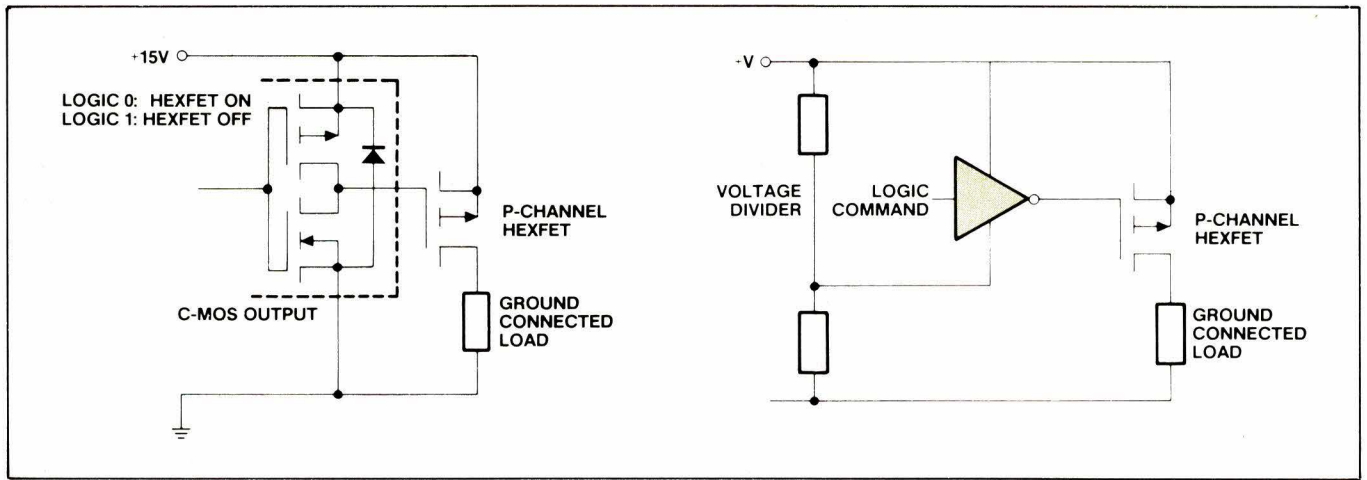


Fig. 4(a) – Commutation d'une charge reliée à la masse opérant sous tension faible.

Fig. 4(b) – Commutation d'une charge reliée à la masse opérant sous un potentiel plus élevé.

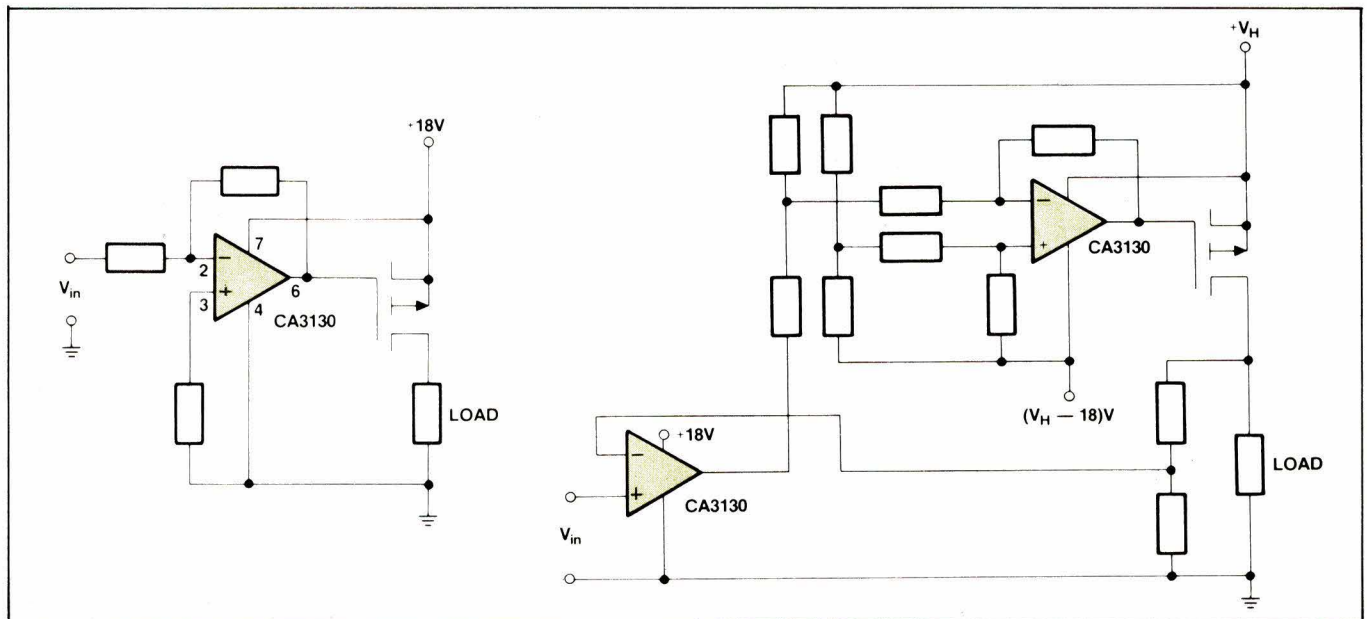


Fig. 5(a) – Commande en régime linéaire d'une charge reliée à la masse (basse tension).

Fig. 5(b) – Commande en régime linéaire d'une charge reliée à la masse (haute tension).

tension ou de courant, qui sera obtenue par l'emploi d'une contre-réaction convenable.

Dans les applications montrées aux figures 5(a) et 5(b), le MOSFET fait chuter toute tension excessive provenant de l'alimentation non régulée. L'emploi d'un amplificateur opérationnel « BI-MOS » du type 3130 s'explique par la faible impédance et la grande excursion de tension de sortie qui caractérisent cet amplificateur. D'autres types conviendront également, tels les « BIFET », les « QUADRAFET » et les « MAXCMOS » ou même les bipolaires.

Dans tous les cas, si un « slew-rate » élevé (vitesse de réponse en tension) est primordial, ou si une mise en parallèle de HEXFET s'impose pour des raisons de courant, un booster en courant peut être nécessaire entre la sortie de l'ampli-op et la (ou les) grille(s) de(s) HEXFET. Un simple push-pull bipolaire (2N2222

et 2N2907) ou bien MOS (IRF 521 et IRF 9521) conviendra suivant le cas d'application.

Circuits de commutation « totem pole »

Un des montages les plus couramment mis en œuvre pour les applications en commutation est le « totem pole ». Il est utilisé pour des applications aussi variées que les alimentations à découpage, les convertisseurs continu/alternatif, les contrôleurs de régime pour moteurs alternatifs, les transmetteurs en modulation d'amplitude et les amplificateurs audio en classe D (amplis BF à découpage de technique PCM).

La figure 6 montre un tel circuit, réalisé avec deux HEXFET canal N et leurs circuits associés pour la commande des grilles. Parce que chaque circuit de commande doit être référencé à la source de son transistor, ils sont isolés l'un de l'autre. Les techniques les plus couramment ren-

contrées pour développer un signal de commande de grille « isolé » sont les photocoupleurs, les transformateurs, et le « bootstrap ».

Les photocoupleurs, comme sur la figure 6 sont relativement lents et sensibles au bruit. De plus, ils nécessitent une alimentation séparée réalisée avec le transistor régulateur Q et ses composants associés. On notera ici la présence d'un NE 555 travaillant à la fois en trigger et en buffer pour l'interface photocoupleur/HEXFET.

Les transformateurs d'impulsions, d'un autre côté, ne peuvent transférer sur leurs secondaires qu'un signal alternatif, et en conséquence ont une limitation quant au maximum et au minimum du rapport cyclique de commutation réalisable. De plus, ils présentent obligatoirement un taux indésirable de fuites inductives, ce qui peut poser un problème à l'utilisateur. Une telle technique est montrée plus loin sur la figure 10.

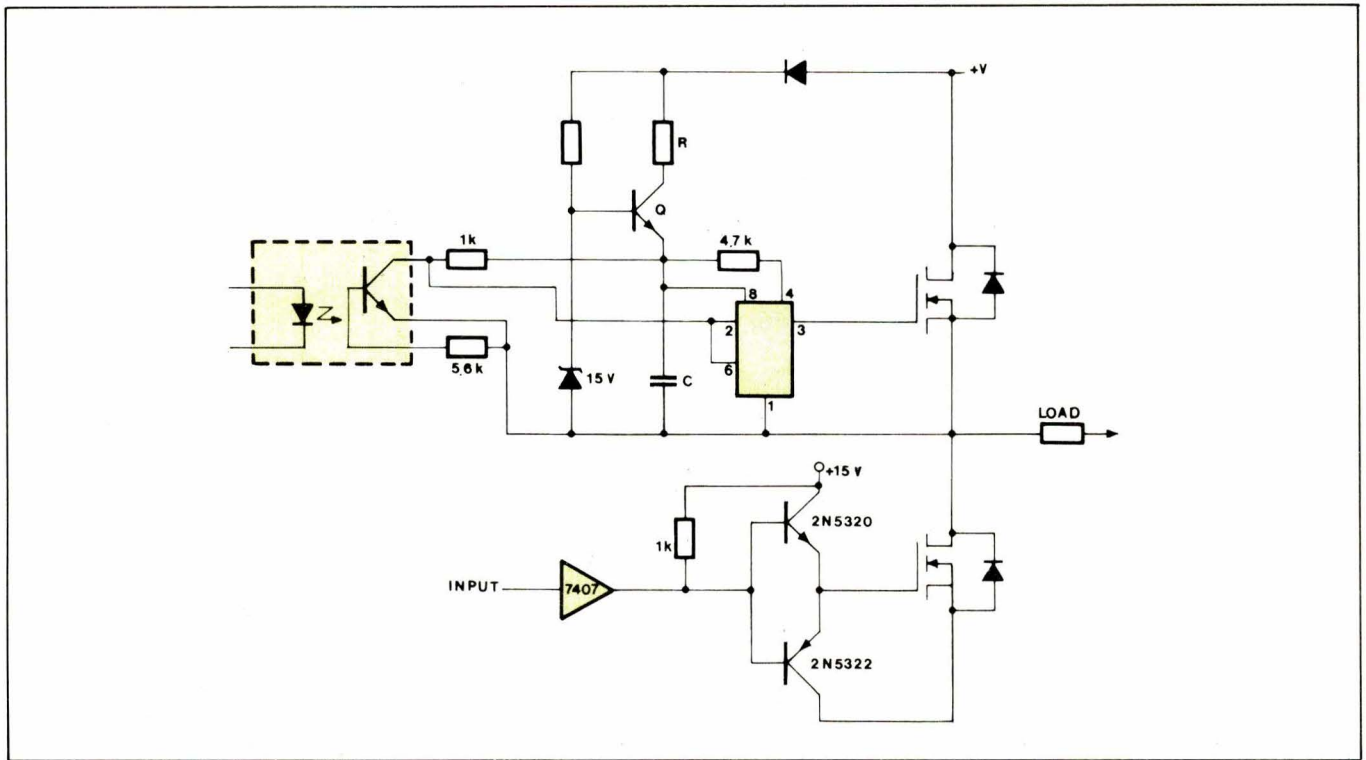


Fig. 6. — Totem pole avec canal N, et ses circuits de commande associés.

Le « bootstrap » est une technique qui consiste à dériver une tension de commande de grille locale au moyen d'un condensateur relié au circuit principal de drain. Bien qu'il donne des résultats satisfaisants dans la plupart des applications, il possède également des limitations concernant le rapport cyclique possible et la fréquence maximum de travail.

Le circuit « totem pole » présenté en **figure 7**, utilisant un HEXFET canal N et un canal P, représente un pas en avant vers la simplification du circuit de commande, car les signaux de commande des grilles sont maintenant référencés aux bornes de l'alimentation continue. Comme indiqué, un transposeur de niveau DC assure la compatibilité avec le signal de commande à l'entrée qui est référencé à la masse. La charge est connectée aux drains des HEXFET complémentaires.

A plus forte raison, si la tension d'alimentation est inférieure à 20 V, les deux grilles peuvent être reliées ensemble et commandées par rapport à l'une quelconque des bornes d'alimentation, comme le montre la **figure 8** (commande référencée au + 15 V ou bien à la masse).

Lors de l'utilisation de ce type de « totem pole », il est important de veiller à avoir un signal de commande de grille caractérisé par un temps de montée bref. Si les deux grilles sont indépendantes, ce qui était le cas dans la **figure 6**, une

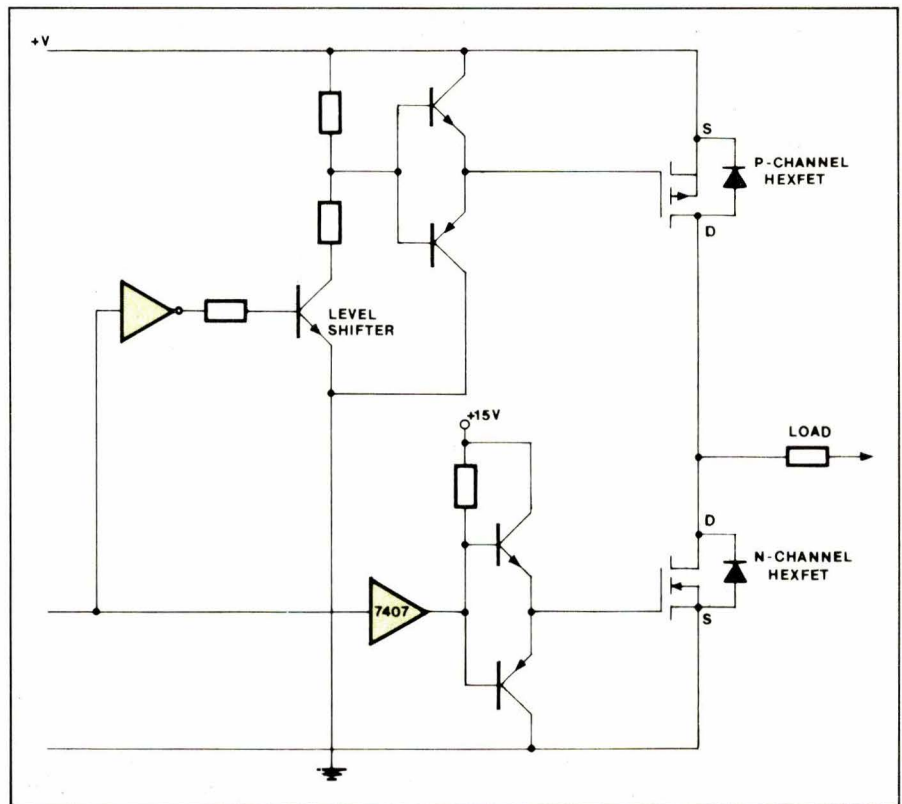


Fig. 7. — Totem pole avec canal P et canal N et ses circuits de commande associés. La charge est reliée aux drains.

autre possibilité est de ménager une zone « morte » (inhibition de signaux) entre la commande de grille qui débloque le canal P et celle qui va débloquer le canal N. Ce temps devra être égal au temps de montée du signal de commande de grille.

Si cette précaution n'est pas prise, un courant de court-circuit va traverser les deux HEXFET durant

les temps de transition, comme indiqué sur la **figure 9**. La caractéristique de régulation de courant propre aux MOSFET de puissance (coefficient de température positif de la région du canal) tendra cependant à limiter la valeur de ce courant, et, bien qu'il puisse augmenter de façon significative les pertes de commutation, il n'atteindra pas forcément des valeurs « catastrophiques ».

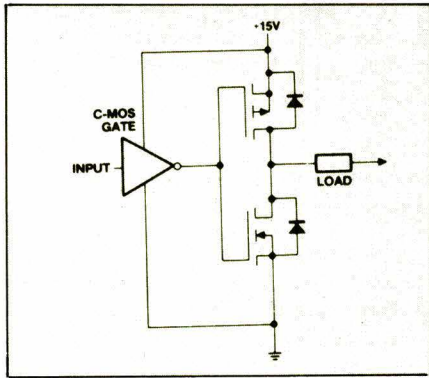


Fig. 8. — Totem pole avec HEXFET canal N/P et circuit de commande pour un fonctionnement sous de faibles tensions.

S'il est nécessaire de disposer d'une référence isolée pour les deux signaux de commande de grille, la configuration de circuit proposée en **figure 10** peut être employée.

Les positions des HEXFET canal P et canal N ont été interchangées de telle sorte que les deux ont la charge reliée à la source et non plus au drain. Les signaux de commande de grille sont maintenant référencés à un même point, et pourtant ce point n'est pas l'une des bornes de l'alimentation.

Cela est probablement la configuration de circuit qui fournit le plus simple et le mieux immunisé au bruit des circuits de commande de grille. Un avantage supplémentaire de ce circuit est qu'il ne peut donner lieu à un courant de court-circuit lors de la transition (voir précédemment et **fig. 9**), puisque par définition il lui est impossible de débloquer simultanément les deux HEXFET complémentaires.

Applications du « totem pole » de commutation

Le circuit de commutation « totem pole » est employé dans un certain nombre d'applications distinctes. Citons quelques-unes des plus courantes :

- Convertisseurs continu/alternatif pour les alimentations travaillant sur batteries, systèmes d'alimentation de maintien ou ininterrompibles (ordinateurs, mémoires, systèmes de sécurité, etc.).
- Inverseur à fréquence variable pour le contrôle de vitesse à haut rendement des moteurs alternatifs à induction.
- Commande de vitesse régénératrice des moteurs à courant continu.

En prenant pour exemple ce dernier cas d'application, nous mon-

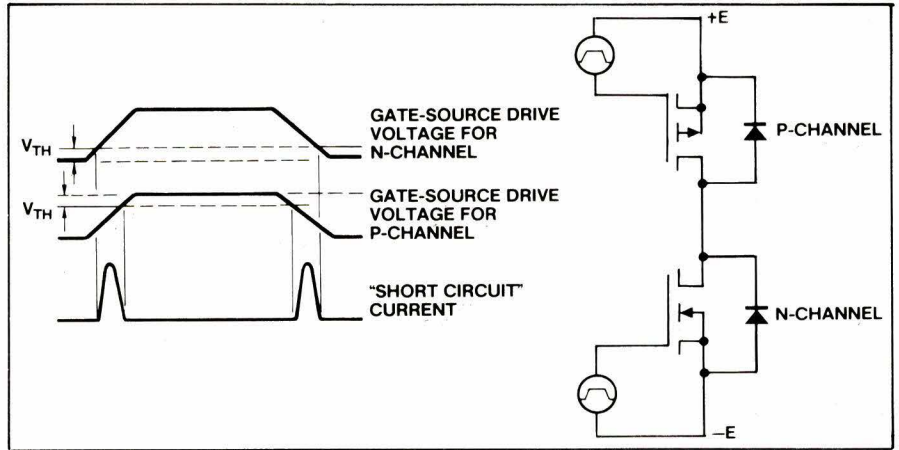


Fig. 9. — Courant de court-circuit causé par le chevauchement des signaux de grille.

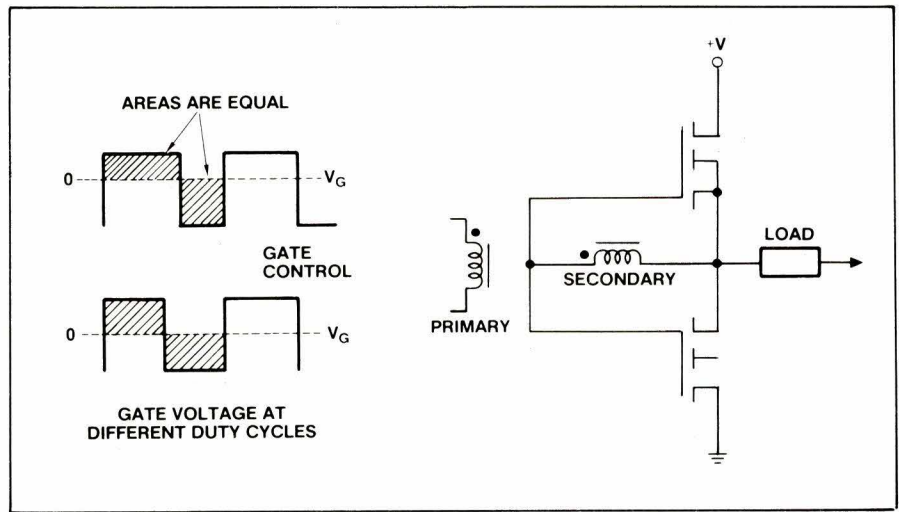


Fig. 10. — Totem pole avec canal N/P piloté par transformateur.

trons en **figure 11** une façon de réaliser une commande de vitesse pour moteur continu avec possibilité de freinage régénératif à l'aide d'un simple « totem pole » de HEXFET complémentaires.

Dans la fonction « moteur », le HEXFET 1 (canal P) est commuté (ON/OFF) avec un taux de répétition approprié qui permet la commande de la tension moyenne appliquée au moteur. Dans cette configuration, le HEXFET 2 (canal N) est bloqué, mais la diode « technologique » qu'il contient entre drain et source fonctionne en redresseur aléatoire et conduit le courant du moteur en « roue libre » pendant les périodes de blocage du HEXFET 1.

Dans la phase où le moteur doit fonctionner comme un générateur et renvoyer de l'énergie à la source d'alimentation continue, le HEXFET 2 (canal N) est commandé en chopper (ON/OFF) et commande le courant qui retourne du moteur vers l'alimentation. Dans ce mode opératoire, le HEXFET 1 (canal P) est bloqué, mais sa diode incorporée conduit le courant du moteur vers l'alimentation pendant les périodes de blocage du HEXFET 2 (canal N).

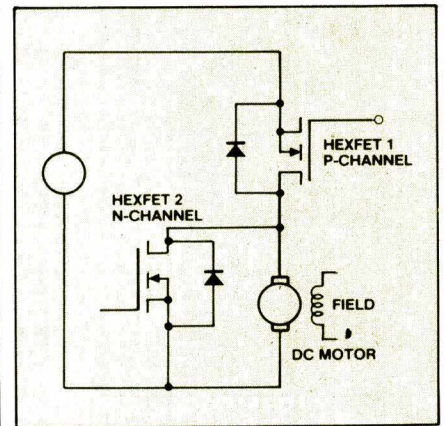


Fig. 11. — Commande régénératrice d'un moteur continu.

Le circuit présenté en **figure 12** peut parfaitement convenir pour cette même application, et offre alors l'avantage d'un point de référence commun pour les deux signaux de commande de grille, comme nous l'avons vu précédemment.

Parce qu'un seul transistor est en service (et jamais les deux à la fois) pendant un cycle de commande donné, il n'y a aucun danger d'apparition de courant de court-circuit dans cette application.

Une autre considération lors du

choix entre les configurations données sur les figures 11 et 12, est la caractéristique en courant des deux HEXFET. Normalement, le transistor qui se trouve commuté pendant la régénération n'a pas besoin de posséder une caractéristique en courant aussi élevée que celle du transistor « moteur », car les frottements et les bobinages du moteur contribuent par eux-mêmes au couple de freinage. Par conséquent, un HEXFET canal P peut être un meilleur choix

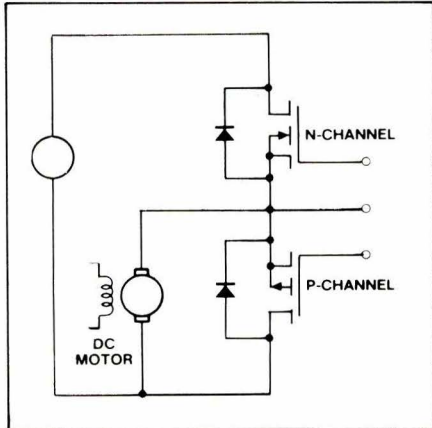


Fig. 12. — Autre configuration possible pour la commande régénératrice d'un moteur à courant continu.

pour l'opération régénératrice, du fait de sa plus faible spécification en courant pour une taille de puce donnée.

En dehors du fait qu'ils constituent l'assemblage de base d'une grande variété de circuits inverseurs, les montages « totem pole » peuvent être employés avec bénéfice pour commander des transistors très puissants ou un assemblage de transistors en parallèle, à chaque fois que de hautes performances sont requises (fig. 13).

Ce circuit peut aussi bien être utilisé dans des applications linéaires que de commutation, car il offre la commande de grille à basse impédance de source qui est souhaitable. Notons qu'en supplément, les diodes « technologiques » des deux HEXFET éliminent de possibles pointes de tension transitoires sur la commande du transistor final.

Applications linéaires des paires complémentaires

Du fait de la zone linéaire importante de la caractéristique de transconductance, de l'immunité au cla-

quage secondaire, de la vitesse élevée et de la protection naturelle contre l'avalanche thermique, les HEXFET de puissance d'International Rectifier sont parfaitement adaptés au travail en amplificateurs linéaires, utilisés seuls ou en paires complémentaires.

Lors de l'utilisation en régime linéaire, la grille doit être légèrement polarisée, à un niveau dépendant de l'application envisagée. Plusieurs configurations de circuit permettent d'y parvenir ; elles sont inévitablement plus simples qu'elles ne le seraient dans le cas de transistors bipolaires, parce que les MOSFET de puissance ne nécessitent qu'une très faible puissance de commande et ne sont pas sujets à l'avalanche thermique.

La figure 14 montre le schéma de base de polarisation pour le travail en régime linéaire, mais des versions beaucoup plus simples peuvent être développées pour des applications spécifiques, comme indiqué en figure 15.

Les diodes Zener devront être choisies pour donner le courant de polarisation adéquat, et ce, en fonction de la tension d'alimentation disponible. Le produit gain · bande peut être obtenu avec cet étage commandé par un simple amplificateur différentiel est beaucoup plus important que ce qui pourrait être obtenu par une configuration bipolaire au demeurant nettement plus complexe. Le « slew-rate » sera également bien plus élevé avec ce montage.

Conclusion

Les transistors de puissance HEXFET, canal P, sont les compléments des modèles canal N d'International Rectifier. La disponibilité de ces produits offre de nouvelles options de « design » à l'ingénieur d'études, et ouvre la voie à de nouvelles applications des HEXFET qui, auparavant, n'auraient pas été possibles avec les seuls modèles canal N.

D. JACOVOPoulos
d'après une étude originale de
Steve Clemente (I.R. USA)

(*) HEXFET est la marque déposée des MOSFET de puissance de International Rectifier.

Bibliographie

[1] « HEXFET DATA BOOK », Power MOSFET application, International Rectifier (manuel disponible auprès de Diode France).

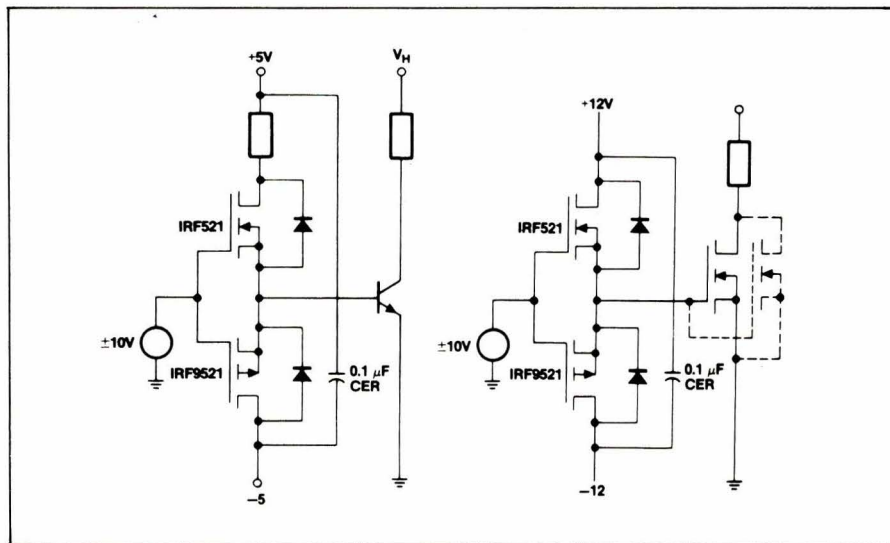


Fig. 13. — « Drivers » à hautes performances pour transistors de puissance.

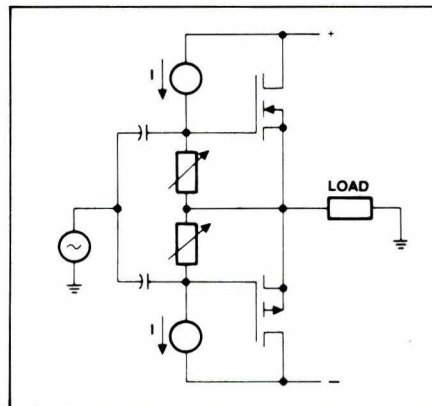


Fig. 14. — Schéma simplifié des polarisations de base pour un fonctionnement en régime linéaire.

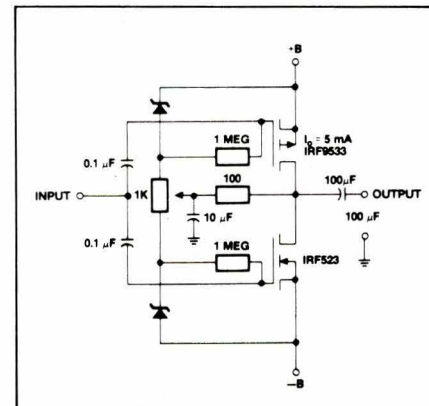


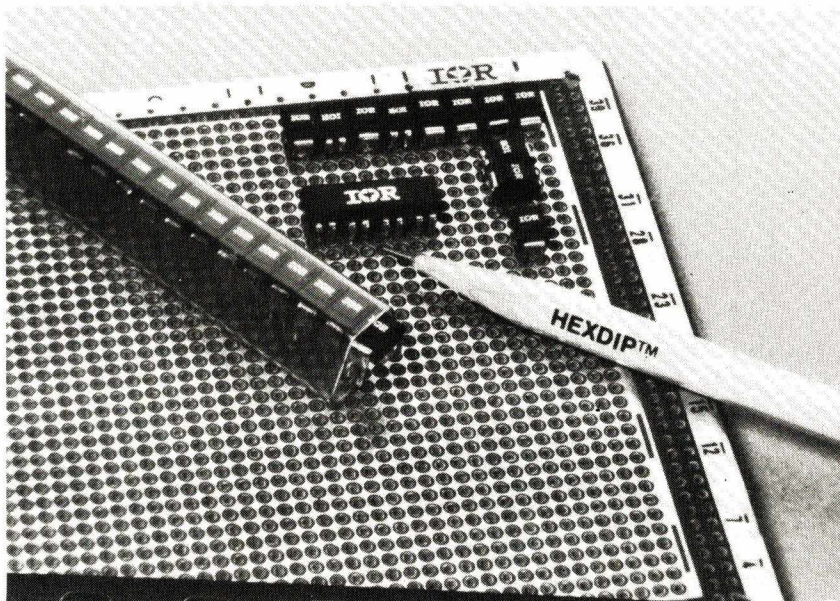
Fig. 15. — Schéma pratique d'un amplificateur linéaire avec polarisations simples.

Dernière minute...

A l'heure où nous mettons sous presse, *International Rectifier* annonce la sortie prochaine d'une nouvelle gamme de produits MOSFET baptisés « HEXDIP » (marque déposée I. R.).

Il s'agit de transistors MOS de puissance en technologie HEXFET présentés en boîtier « Dual in line » 4 broches. Cette famille HEXDIP se compose actuellement de huit produits complémentaires deux par deux. C'est ainsi que l'on trouve des modèles canal N et canal P de 60 V à 100 V (V_{DS} , de $0,6 \Omega$ à $0,8 \Omega$ ($R_{DS ON}$) et de 0,8 A à 1 A (I_D).

Une application immédiate des HEXDIP est l'interface de puissance entre un microordinateur (toutes technologies) et ses systèmes périphériques. Ces transistors trouveront place également sur des cartes logiques de tous types (calcul, systèmes, traitement, etc.) en tant que buffers de ligne pour la transmission d'informa-



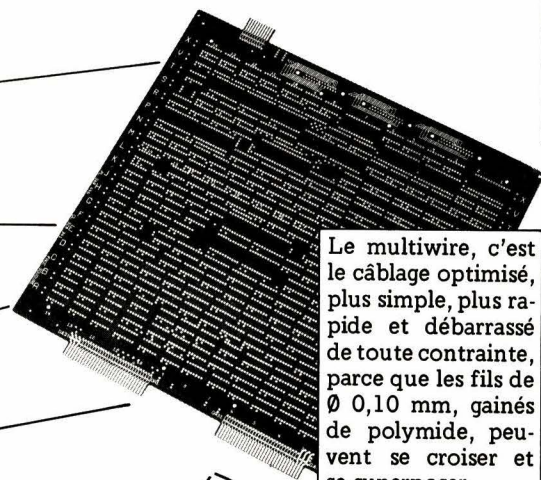
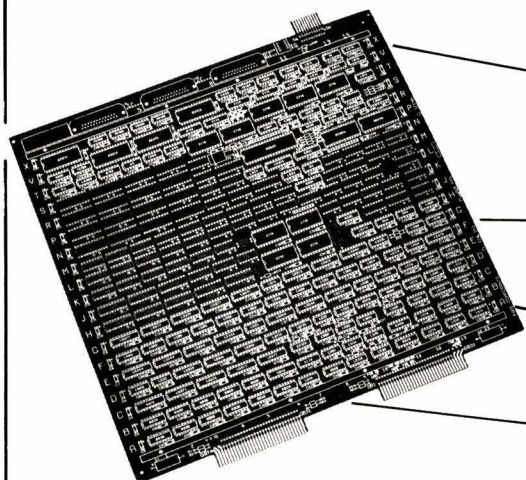
tions à basse impédance sur des longueurs importantes de câbles.

On notera l'avantage évident d'une encapsulation D.I.L. 4 broches qui permet à l'ingénieur de former un « super-buffer » au pas de 2,54 mm. Le nombre des transistors et leur polarité offrent une totale liberté d'utilisation. C'est

l'avènement du MOS de puissance « sur mesure ».

Nous ne manquerons pas de tenir nos lecteurs informés dès que nous parviendront des précisions supplémentaires sur ces HEXDIP disponibles à la rentrée pour l'échantillonnage. Affaire à suivre...

Multicouche ou Multiwire?



Interconnexions à haute densité

Délais étude long court

Délais 1ère pièce long court

Coût (en très haute densité) élevé réduit

Le multiwire, c'est le câblage optimisé, plus simple, plus rapide et débarrassé de toute contrainte, parce que les fils de $\varnothing 0,10$ mm, gainés de polymide, peuvent se croiser et se superposer.

RCI vous aide à choisir vite!

RCI Rapid Circuits Imprimés Prototypes Professionnels

54, av. de Bellevue - 91210 Draveil - Tél. 942 25 68 + Telex RCIDRA 692632

M
 Fonction
 Société
 Activité
 Adresse
 Tél
 Souhaite une documentation une visite
 un contact téléphonique concernant le
 Multiwire les multicouches .