

# circuits hybrides

David Ashton (Australie)

Il peut arriver qu'aucun composant disponible sur le marché ne remplisse pas la fonction dont on a besoin. Dans ce cas, on réalise de petits circuits composites utilisables comme des composants standards. Composés avec des circuits intégrés et des composants discrets ordinaires, ces hybrides peuvent être aussi fascinants à explorer qu'attrayants visuellement.

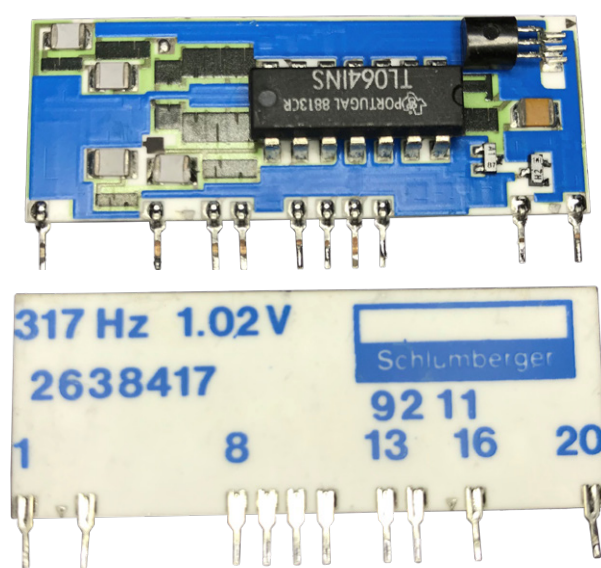


Figure 1. Cet hybride décode des commandes véhiculées par le secteur.

Qu'est-ce qu'un hybride ? En principe, c'est un petit circuit imprimé conçu pour prendre place sur un circuit imprimé plus grand afin de remplir une fonction spécifique requise par l'application. Les hybrides sont généralement constitués d'un substrat en céramique avec des pistes imprimées, sur lequel on monte des composants discrets (résistances, condensateurs, transistors, diodes, circuits intégrés, etc.). Comme ils combinent de nombreuses technologies sur une seule carte, ils sont parfois appelés circuits intégrés hybrides (CIH), le plus souvent abrégés en hybrides. Ils permettent de gagner beaucoup de place sur une carte en raison de leur haute densité de composants. Et, comme ils peuvent utiliser des composants ordinaires, ils sont beaucoup

plus polyvalents que les circuits intégrés. Un petit circuit imprimé installé sur une carte mère : carte fille ou hybride ? Débat intéressant !

Au départ, un hybride est un rectangle de céramique vierge, de taille pouvant atteindre quelques centimètres, sur lequel on imprime des pistes et des résistances au moyen d'un procédé à couche épaisse. Au besoin, les résistances peuvent être automatiquement ajustées à des valeurs très précises par laser. Les condensateurs et les composants actifs, généralement de type CMS, sont ensuite soudés, ainsi que les broches nécessaires à la connexion à la carte mère. Enfin, le circuit peut être mis en boîtier ou enrobé pour le protéger.

L'hybride de la figure 1 est inhabituel, car

des composants traversants ont été adaptés pour être utilisés comme des CMS. Il sert de filtre à un relais à injection de fréquence. Il capte les commandes codées sous forme d'impulsions à une fréquence particulière et superposées au secteur. Ces commandes servent à allumer et éteindre des lampadaires ou des chauffe-eaux. Le circuit intégré est un quadruple amplificateur opérationnel DIP TLO64 aux pattes partiellement coupées, et le composant en boîtier TO-92 est un régulateur de tension 79L05. Les résistances imprimées sont ajustées au laser, dont les entailles sont clairement visibles sur les composants situés juste à gauche du TLO64. Le réglage des valeurs des composants pendant la fabrication permet de choisir la fréquence de fonctionnement du circuit, 317 Hz pour celui-ci.

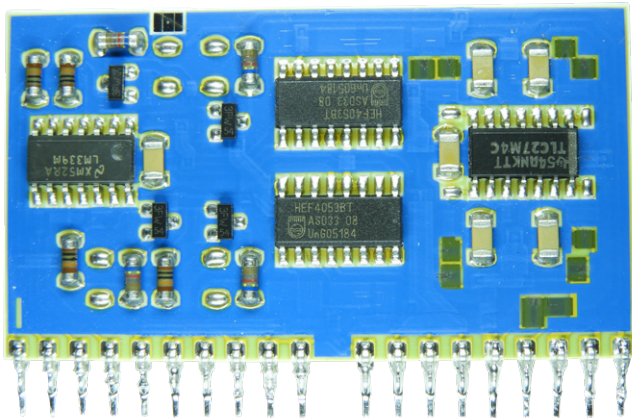


Figure 2. Combinant des circuits CMS avec des résistances discrètes et imprimées en couche épaisse, ce module fonctionne comme un multiplexeur analogique.

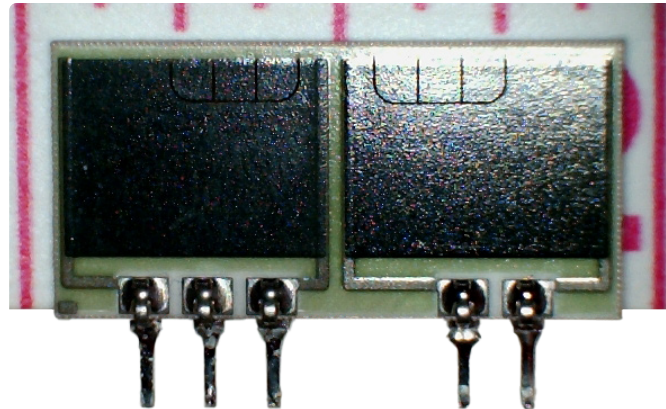


Figure 3. Utilisé en télécommunication, ce module, à la limite de l'hybride, se compose de deux résistances de précision.

La **figure 2** montre un hybride utilisé dans un module d'entrée analogique d'un automate programmable. Les circuits intégrés sont des multiplexeurs analogiques 4053, un quadruple amplificateur opérationnel TLC27M4, et un quadruple comparateur LM339. Le dispositif achemine un signal sélectionné par le système vers un CA/N sur la carte mère. Dans cet exemple, les composants sont des CMS, avec quelques résistances imprimées et réglées au laser.

Notre troisième exemple peut tout juste être qualifié d'hybride (**figure 3**). Utilisé dans un dispositif de télécommunication, ce circuit simple se compose de deux résistances de précision de 600  $\Omega$ . Pour la photographie de ce composant, l'éclairage a dû être soigneusement étudié afin de rendre visible l'ajustage au laser. Un segment d'un pouce d'un mètre ruban, en arrière-plan, donne l'échelle.


On trouve également des hybrides en boîtiers comme celui de la **figure 4**. Ce dispositif est un pilote utilisé dans un climatiseur. Si celui-ci est d'origine Hitachi, des sociétés telles que Sanken fabriquent depuis longtemps des amplificateurs audio et des alimentations hybrides dans un format similaire.



Figure 4. Entièrement encapsulé, ce pilote de climatiseur ne laisse aucune possibilité d'évaluer son fonctionnement.

Pour mieux résister aux agressions physiques et chimiques, les hybrides sont souvent enrobés, comme le circuit de la **figure 5**. Cela les rend très robustes, mais dissimule aux curieux (comme moi !) toute information sur leurs composants ou leur usage.

Il n'est malheureusement pas facile de soutirer des informations aux hybrides, car ils sont spécifiques à chaque fabricant, à chaque appareil et à chaque fonction. Vous pouvez parfois reconstituer leur schéma, ce qui peut se révéler une expérience d'apprentissage instructive. Mais il est peu probable

qu'ils aient un intérêt pour les bricoleurs : ils sont trop spécifiques dans leur conception pour être d'un usage général. En revanche, ils sont souvent très décoratifs et, à leur manière, agréables à regarder ! 

(210358-04 - VF : Helmut Müller)

**Des questions, des commentaires ?**  
Contactez Elektor ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)).

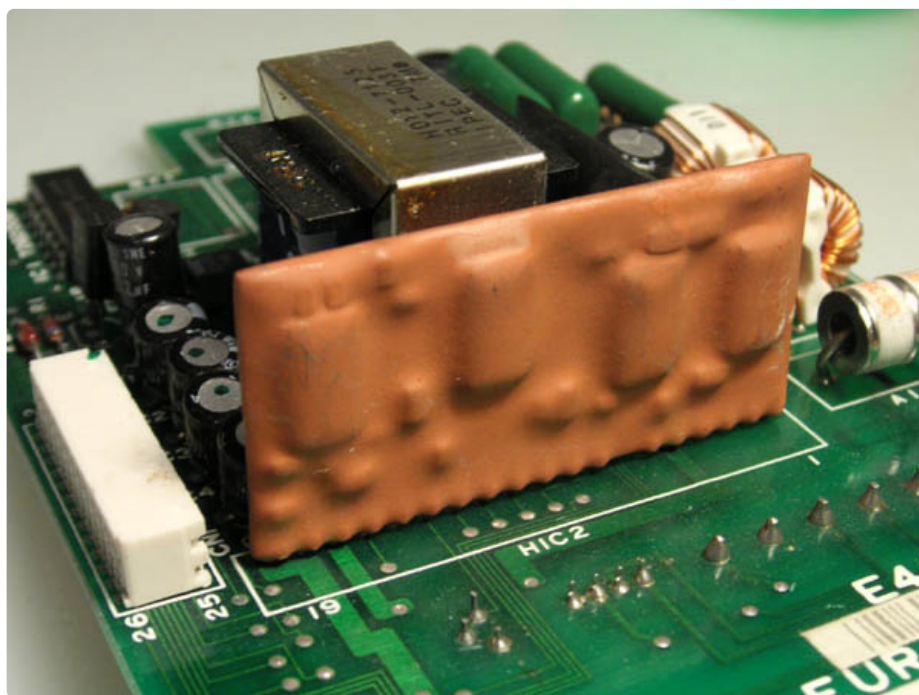


Figure 5. L'enrobage protège les hybrides des agressions physiques et chimiques, mais également de la curiosité du bricoleur. (Source : Janke / [https://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid\\_integrated\\_circuit](https://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_integrated_circuit))