Considérations de conception lors du choix entre un microphone MEMS ou ECM pour votre projet

Par Bruce Rose, *Principal Applications Engineer,* CUI Inc.

L'interaction conversationnelle avec des machines intelligentes telles que les assistants numériques à domicile est une tendance en pleine croissance, et est l'un des moteurs du développement de nouveaux produits de haute technologie capables d'écouter leur environnement, d'interpréter des commandes ou de recueillir des données contextuelles ou environnementales.

Par conséquent, le marché des microphones MEMS (*Micro-Electro-Mechanical System*) les plus récents connaît une croissance rapide. Cependant, ils ne constituent pas la seule technologie disponible dans ce secteur. Le microphone à condensateur à électret (*Electret Condenser Microphone*, ECM) traditionnel demeure un candidat viable pour de nombreuses applications. Afin d'évaluer les points forts de chacun des types, examinons d'abord leurs principes de fonctionnement et les détails de leur construction.

Principe des microphones MEMS

Tout d'abord, intéressons-nous aux microphones MEMS. Comme illustré sur la figure 1, leur construction combine typiquement une puce de transducteur MEMS avec un ASIC (*Application Specific Integrated Circuit*) de traitement du signal, les deux composants étant placés côte à côte sur une carte de circuit imprimé (*Printed Circuit Board*, PCB). Un élément de protection tel qu'un boîtier métallique est placé sur le dessus. Un petit trou est nécessaire pour permettre aux ondes sonores de parvenir au capteur. Il peut être placé soit dans la paroi supérieure, soit sur le circuit imprimé, selon que le microphone est positionné dans la partie haute ou basse.

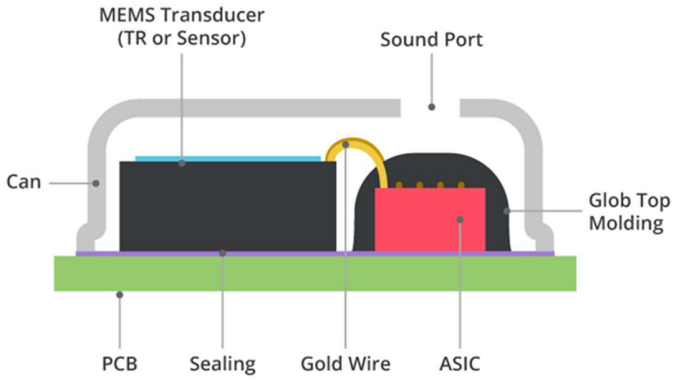


Figure 1. Constitution typique d'un microphone MEMS.

Le transducteur MEMS est fabriqué en silicium par un procédé de gravure sélective qui forme un diaphragme mécanique et une structure de support. Lorsque le diaphragme fléchit sous l'effet de la pression acoustique, la variation de capacité qui en résulte est convertie en un signal électrique dans l'ASIC qui l'accompagne. L'ASIC comprend un préamplificateur audio dont la sortie analogique peut être

utilisée directement à partir de la puce. En outre, dans un microphone numérique, le signal du préamplificateur est connecté à un convertisseur analogique-numérique (*Analog-to-Digital Converter*, ADC) et à un encodeur qui sont également intégrés dans l'ASIC. La modulation de densité d'impulsion (*Pulse Density Modulation*, PDM) est un format de codage numérique populaire; non seulement il simplifie la transmission, puisqu'une seule horloge et une seule ligne de données sont nécessaires, mais il facilite également le décodage au niveau du récepteur. La figure 2 compare les schémas d'application des microphones MEMS analogiques et numériques.

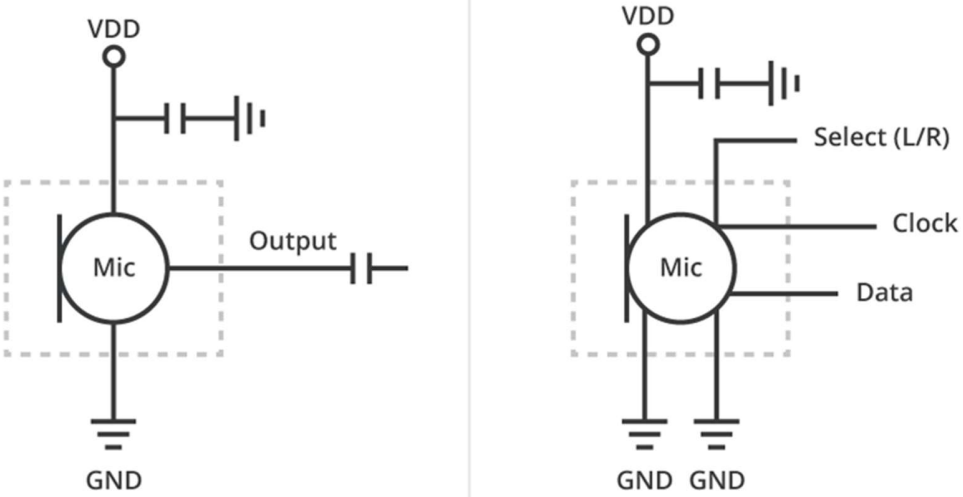


Figure 2. À gauche, le circuit analogique est simple, tandis qu'à droite le circuit numérique offre des avantages tels qu'une immunité élevée au bruit.

Microphones à condensateur à électret

La figure 3 illustre la construction typique d'un ECM. Le matériau électret a une charge de surface fixe et est monté comme un diaphragme entre une rondelle métallique et une entretoise en plastique. Il est positionné auprès d'une plaque de détection conductrice, formant ainsi un condensateur dans lequel l'espace d'air joue le rôle de diélectrique. Les ondes sonores font vibrer le diaphragme, provoquant une modification de la capacité, ce qui à son tour produit une tension variable $\Delta V = Q / \Delta C$ (où Q est une charge fixe).

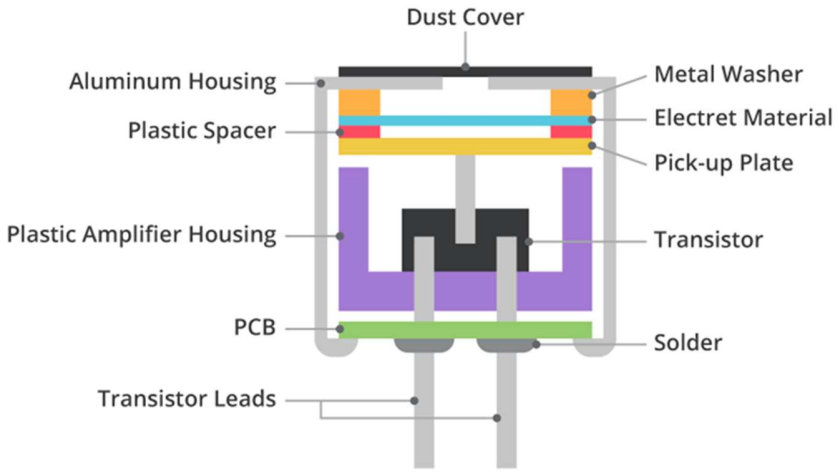


Figure 3. Coupe transversale générique d'un microphone à électret (ECM).

Le transistor représenté sur la figure 3 est un JFET (*Junction Field Effect Transistor*) qui amplifie et sert de buffer à ce signal de tension variable. Le JFET est généralement connecté en mode source commune, avec une résistance de charge externe et un condensateur de blocage en courant continu dans le circuit d'application externe, comme illustré sur la figure 4.

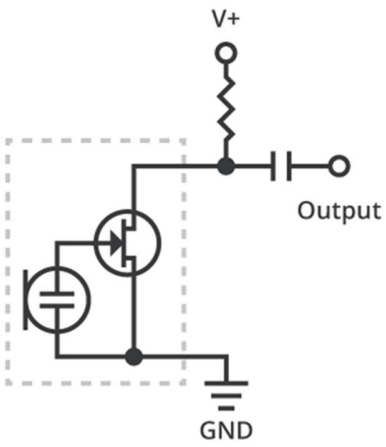


Figure 4. Circuit d'application ECM typique.

Comparaison des performances et des propriétés

Les microphones MEMS présentent plusieurs avantages, notamment des boîtiers de petite taille qui en font une option attrayante dans les applications où l'espace est restreint. Grâce à l'intégration à la fois de circuits de conditionnement de signaux analogiques et numériques, les concepteurs peuvent réduire

les coûts liés à l'encombrement sur le PCB et à la nomenclature. Un autre point fort est que les microphones MEMS analogiques ont une impédance de sortie relativement faible, tandis que les dispositifs numériques ne sont en général pas affectés par le bruit électrique externe. Cela les rend particulièrement appropriés pour une utilisation dans des environnements contenant de forts champs électromagnétiques ou RF, ou lorsque de longs câbles sont nécessaires pour connecter le microphone. Les microphones MEMS offrent également une excellente immunité aux interférences dues aux vibrations mécaniques.

De plus, les processus de fabrication des ASIC actuels garantissent une parfaite adéquation des paramètres électriques et une excellente stabilité en température, ce qui permet aux ingénieurs de s'appuyer sur une uniformité exceptionnelle dans toutes les applications où un ensemble de microphones est requis. Les microphones MEMS sont également faciles à manipuler lors de l'assemblage du produit final, car ils sont compatibles avec les processus de montage en surface et les procédés typiques de soudage par refusion sans plomb.

Les microphones de type ECM possèdent de leur côté plusieurs fonctionnalités qui en font une alternative intéressante pour certaines applications. L'une d'elles est la grande variété d'options de terminaison électrique, comprenant des broches, des câbles, des plots de soudure ou des contacts à ressort, en plus de terminaisons SMT, ce qui permet aux concepteurs de s'affranchir des contraintes classiques de montage de circuits imprimés. De plus, leur plus grande taille physique simplifie l'étanchéité efficace à la poussière et l'humidité. Par conséquent, les offres d'ECM avec un niveau élevé d'Ingress Protection (IP) sont facilement disponibles.

Des propriétés acoustiques polyvalentes sont une autre de leurs caractéristiques, notamment dans le cas des ECM unidirectionnels ou antibruit, qui permettent aux concepteurs de tirer parti d'une sensibilité spatiale non uniforme pour assurer une immunité élevée au bruit de fond audio. Par ailleurs, les ECM ont généralement une plage de tension de fonctionnement plus large, ce qui garantit un fonctionnement fiable dans des produits comportant un rail de tension qui peut être faiblement régulé. De plus, un ECM peut être préféré lors de la mise à niveau d'un produit existant. De nombreuses conceptions traditionnelles utilisent ce type de microphone et il peut être plus facile de choisir la même technologie (tout en bénéficiant souvent de matériaux et d'une qualité améliorés dans les produits équivalents de dernière génération) pour rationaliser le travail de reconception et accélérer les délais de mise sur le marché.

Guide pour les décisions en matière de conception

Finalement, une combinaison de contraintes déterminera le choix optimal du microphone pour une application donnée. Le large choix de microphones MEMS et ECM garantit une grande flexibilité aux concepteurs. La technologie MEMS domine actuellement, selon les statistiques de croissance du marché, en raison de ses nombreux avantages intrinsèques, mais les options de terminaison polyvalentes et la directivité sont deux atouts clés des ECM que les ingénieurs continueront d'apprécier, qu'il s'agisse de mettre à jour des conceptions existantes ou de développer des produits entièrement

nouveaux. CUI s’engage à utiliser les deux technologies et maintient une vaste gamme de microphones afin d'offrir le plus grand choix possible à ses clients.

Pour plus d'informations

Voir la gamme complète de microphones ECM et MEMS de CUI