

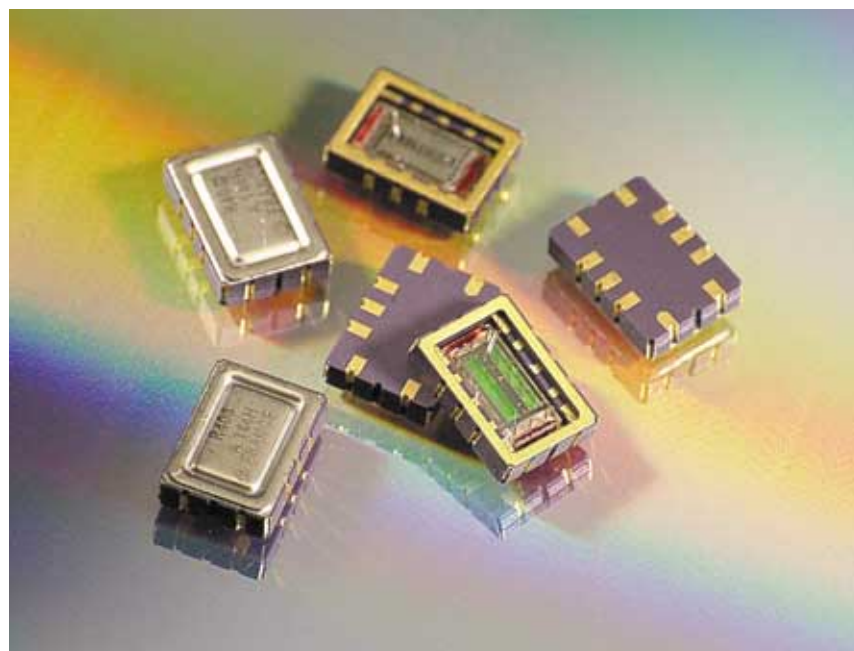
Les filtres à ondes de surface

Petit, efficace et robuste, le filtre à ondes de surface s'est imposé comme l'élément incontournable des systèmes de communications sans fil, et plus particulièrement des équipements portables. Cet engouement s'explique par ses atouts en coût, taille et performances directement dérivés de ses propriétés physiques.

Pour comprendre l'impact des filtres à ondes de surface dans le domaine des radiocommunications, il faut revenir à leur principe de base. Ces composants transforment via un transducteur les ondes électromagnétiques entrantes en ondes acoustiques. Celles-ci se propagent à faible vitesse ($v \ll c$: vitesse de la lumière) en surface du milieu piézoélectrique d'une longueur l fixe constituant le filtre. En sortie, la transformation inverse est effectuée: acoustique vers électromagnétique (figure 1). Les ondes acoustiques (SAW pour surface acoustic waves, d'où l'appellation de filtre SAW) évoluent en surface du substrat, suivant le mode de propagation d'une déformation dans un solide (mode de Rayleigh), avec un temps de propagation égal au rapport de l sur v .

La longueur d'onde λ associée est de la forme v/f , f étant la fréquence. Comme la vitesse v est de quelques km/s (typiquement 3km/s),

la valeur de l est faible permettant une longueur l de substrat de petite taille. Par exemple, une onde électromagnétique de fréquence 100MHz a une longueur d'onde de trois mètres dans l'air qui devient, en acoustique, une valeur de λ de trente microns dans un filtre SAW. De plus, les transducteurs d'entrée et de sortie sont constitués d'électrodes métalliques en forme de peigne aux doigts entrelacés (interdigités) dont l'écartement est de l'ordre de $1/4$; la réponse en fréquence du filtre va dépendre directement du jeu d'électrodes. Résultat: une fonction filtre est réalisée par un composant qui, en taille et en procédé de fabrication (photolithographie), appartient au domaine des semicon-



Les filtres à ondes de surface proposés par Temex couvrent toute la panoplie des systèmes de communications sans fil.

ducteurs (production en fort volume de puces économiques et reproductibles). Cette technologie apporte une solution pour réaliser un filtre efficace miniaturisé dans un petit boîtier.

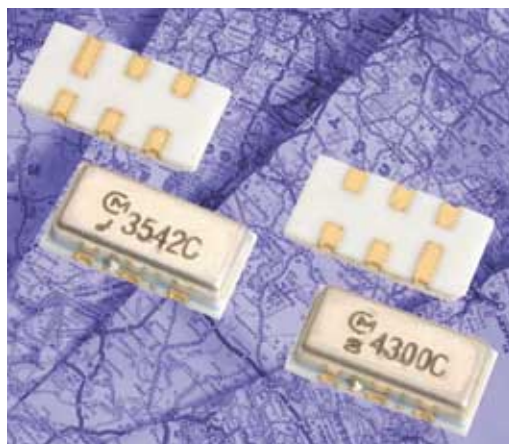
La gamme de fréquences des filtres à ondes de surface s'étend de 70MHz à 2,4GHz. Au-dessus des 2,4GHz, l'intervalle entre

les doigts des électrodes devient trop petit pour la photolithographie; au-dessous des 70MHz, la longueur l du substrat est de plus en plus grande, annulant l'effet « filtre miniature »: il est alors préférable d'opter pour d'autres solutions concurrentes.

Avec la structure d'électrodes interdigitées, la réponse impulsionnelle du filtre ainsi réalisé est définie par la géométrie du transducteur d'entrée. La

longueur du chevauchement des doigts entrelacés (apodisation) détermine l'amplitude de cette réponse impulsionnelle et l'espacement entre ces doigts établit la loi en phase du filtre, généralement linéaire en fréquence. La réponse fréquentielle est du type $(\sin f/f)^2$, soit la caractéristique d'un filtre passe-bande. Le choix du matériau piézoélectrique a également son importance puisqu'il fixe la vitesse de propagation de l'onde acoustique, conditionne la stabilité en température et, par le biais de son coefficient de couplage électromécanique, limite plus ou moins les réflexions d'ondes indésirables.

Pour réduire, voire éliminer, les ondes réfléchies parasites, un élément absorbant est placé aux deux extrémités du substrat piézoélectrique. En effet, l'architecture élémentaire du filtre à ondes



Murata a développé une ligne de filtres à ondes de surface destinés au système de navigation par GPS dans l'automobile.

de surface, telle qu'elle est présentée sur la figure 1, est intrinsèquement bidirectionnelle puisque les électrodes en entrée et en sortie envoient la même énergie dans les deux sens de propagation opposés. Ainsi, côté entrée, seule la moitié de l'énergie atteint le transducteur de sortie qui, réciproquement, n'en reconvertit que la moitié en énergie électrique; ainsi 6 dB de pertes sont inhérents à cette structure.

L'incontournable des radiocommunications

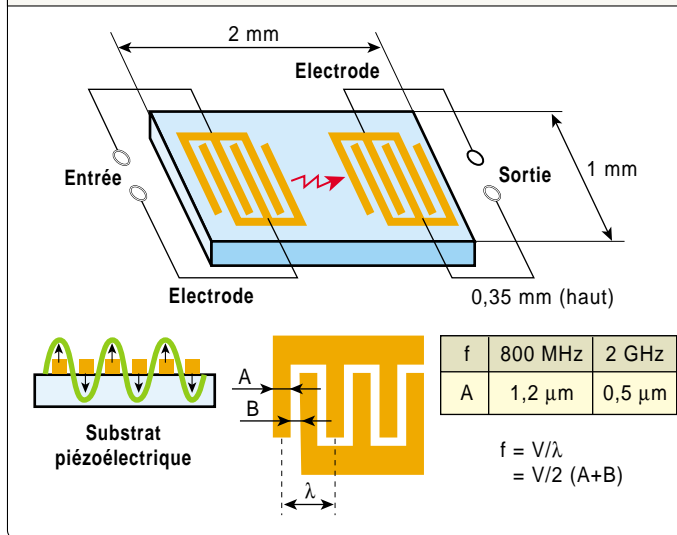
Il y a vingt ans, les filtres à ondes de surface ont fait leurs débuts dans des applications militaires tels les équipements radar (lignes à retard, filtres de bande...). Leur première manifestation commerciale est intervenue dans les récepteurs TV, mais ils ont connu leur véritable heure de gloire en devenant les composants indispensables des systèmes de communications sans fil. Ils ont deux positions stratégiques : soit en tant que filtre RF (ou filtre de tête ou encore filtre d'antenne) placé près de l'antenne pour sélectionner la fréquence attendue (téléphone cellulaire, GPS, WLAN...); soit comme filtre FI ou filtre de fréquence intermédiaire. Les filtres RF couvrent la gamme de fréquence entre 400 MHz et 2,4 GHz, les versions FI s'attribuent la plage de 70 à 400 MHz. Vu l'explosion commerciale des systèmes de radiocommunications numériques, les téléphones cellulaires en tête, l'immense succès actuel des filtres à ondes de surface est une évidence. Et même si l'adoption de la conversion directe dans les téléphones portables fait marquer le pas du côté des filtres FI, les fournisseurs restent très optimistes, d'une part, parce que les ventes de filtres RF se portent très bien, d'autre part, car les filtres FI vont retrouver un créneau confortable dans de prochaines applications comme l'UMTS.

Outre l'énorme marché de la téléphonie cellulaire, les systèmes de communications sans fil les plus divers sont dépendants de ces filtres : réseaux locaux sans fil (WLAN), communications par satellite, GPS, sans oublier toutes les applications dans les domaines automobile, industriel et de la domotique (alarme, télécom-

Principe du filtre à ondes de surface

FIGURE 1

Les faibles valeurs en vitesse et en longueur d'onde de la propagation acoustique induisent des dimensions micrométriques pour les électrodes et une longueur de substrat réduite.



mande, ouverture des portes, interphone...). A ce sujet, Fabrice Vincent, directeur de Frank & Schulte, prévoit deux secteurs de forte croissance dans les années à venir : l'un concerne la domotique qui indubitablement doit prendre son envol; l'autre viendra du système GPS européen Galileo avec même des modules bimodes.

Performances croissantes, tailles décroissantes

Nombre des avantages des filtres à ondes de surface sont dérivés de leur structure physique. Ils sont compacts, intrinsèquement robustes, fiables et reproductibles à fort volume. La fréquence centrale des filtres et leur réponse en fréquence étant établies par procédé de photolithographie, ils nécessitent peu, voire généralement pas, d'opérations de réglage. En outre, leurs techniques de fabrication étant celles en usage dans l'industrie du circuit intégré, ils sont parfaitement adaptés à une production en grande série avec un rapport prix/performance sans équivalent. Enfin, à travers plusieurs architectures possibles, ces filtres sont aptes à répondre aux spécifications les plus diverses, notamment en matière de sélectivité.

Le seul inconvénient notable lié à la structure même du filtre à ondes de surface est la perte d'insertion. D'autant plus que, dans la réalité, plusieurs effets secondaires, comme un mauvais cou-

plage, des réflexions parasites, ou un problème d'adaptation d'impédance, font passer la perte d'insertion théorique de 6 dB à une plage de 15 à 30 dB.

Mais, stimulés par les contraintes imposées par leurs applications phares dans les radiocommunications mobiles, les filtres ont su évoluer. Une des contraintes consiste à accroître l'autonomie des dispositifs qui les intègrent, donc à diminuer les pertes. Pour un filtre RF, des pertes d'insertion élevées affectent le facteur de bruit, obligent à une amplification et donc grèvent la consommation. De nombreuses architectures de filtres SAW ont été

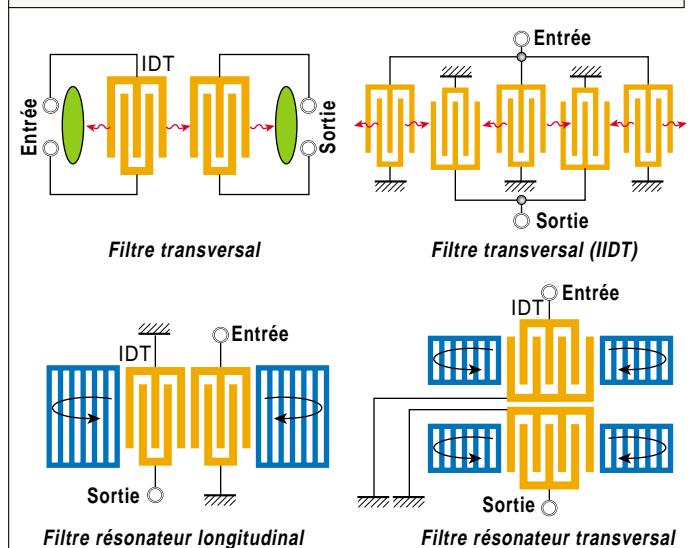
développées pour réduire ces pertes d'insertion. Citons, à titre d'exemple, la plus efficace d'entre elles, le filtre unidirectionnel ou SPUDT (single phase unidirectional transducer). Il contient des réflecteurs acoustiques au sein même de ses électrodes interdiguées qui servent à rediriger la plupart de l'énergie acoustique, normalement perdue dans une architecture bidirectionnelle classique. Ainsi les pertes sont limitées entre 2 et 15 dB.

Plus généralement, la figure 2 présente les principales architectures existantes. Il s'agit toujours de dispositifs passe-bande. La structure élémentaire bidirectionnelle que nous avons vue jusqu'ici, avec une paire de transducteurs interdigués (d'où son nom 2IDT pour interdigital transducers) uniformes et similaires, correspond à un filtre classique, dit transversal. Son principal atout est la possibilité de contrôler de façon indépendante les réponses en amplitude, en phase et en temps de groupe. De tels filtres sont caractérisés par de faibles ondulations en amplitude (0,1 à 1 dB), des variations de temps de groupe relativement limitées (5 à 250 ns), une large bande passante, des flancs raides et une bonne atténuation hors-bande. Dans cette catégorie de filtres transversaux, on distingue deux autres structures : la version IIDT (à 4 transducteurs) à pertes d'insertion réduites et la SPUDT, décrite précédemment,

Architectures de filtres à ondes de surface

FIGURE 2

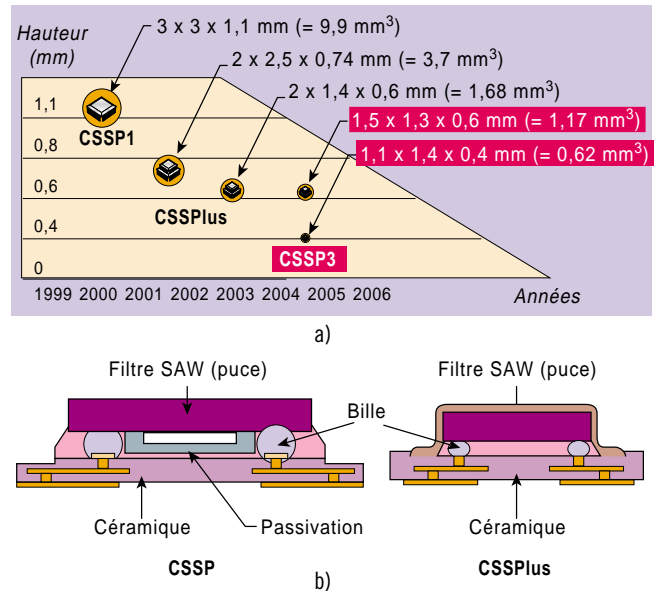
Chaque structure correspond à des qualités différentes en termes de pertes d'insertion, bande passante et variation du temps de groupe.



Evolution des boîtiers

FIGURE 3

En a, les progrès en matière d'encapsulation ont permis à Epcos de gagner un facteur 16 en volume pour des performances électriques identiques. En b, la technologie CSSPlus d'Epcos gagne encore de la place par rapport au CSSP (chip-sized SAW package).



également pour de faibles pertes d'insertion.

Mais le problème avec l'architecture transversale est qu'il est délicat de trouver le bon compromis entre les trois caractéristiques principales : bande passante, pertes d'insertion et variation du temps de groupe. En effet, si la bande passante est large, les pertes d'insertion sont importantes et, si la variation du temps de groupe est faible, il faut élargir la bande passante. Là intervient l'alternative au filtre transversal, le SAW du type résonateur, qui permet un excellent compromis entre ces trois caractéristiques. Il allie faibles pertes d'insertion et bande passante étroite. La cavité résonnante est obtenue en insérant le transducteur entre deux réflecteurs acoustiques. Le filtre est réalisé en couplant acoustiquement et/ou électriquement les cavités résonnantes. Suivant le mode de couplage, il existe trois groupes : longitudinal avec une bande passante moyenne ; transversal avec une bande passante étroite et filtre en échelle pour une plus large bande passante. Notons que, contrairement aux filtres transversaux classiques, ceux de type résonateur ne permettent pas un contrôle indépendant de l'amplitude et de la phase. De plus, la réponse impulsionnelle

étant infinie, ils affichent de fortes variations du retard de groupe dans la bande.

L'autre point sur lequel il y a eu beaucoup de progrès ces dernières années est la taille des boîtiers. L'encombrement d'un filtre SAW pour un téléphone cellulaire est passé de 3,8 x 3 x 8 mm à 2,5 x 2 x 1,15 entre 1992 et 2000. Depuis, les grands constructeurs du domaine n'ont cessé de mettre à profit les techniques d'encapsulation les plus avancées pour réduire encore l'empreinte de leurs filtres : technique de montage sur puce retournée (flip-chip), connexion directe au boîtier éliminant les fils de liaison. Aujourd'hui, des volumes de 2 x 1,6 x 0,6 mm sont fréquents. AVX/Kyocera, Murata, Triquint, Samsung Electro-Mechanics ou encore Epcos se distinguent avec des boîtiers d'un peu plus d'un millimètre en longueur et largeur et du demi-millimètre en hauteur (figure 3). Et tous les espoirs sont permis avec la soudure de tranche par liaisons covalentes, technologie mise au point par l'américain Ziptronic (*Electronique* n°143, p. 48). Une autre manière de gagner de la place dans les systèmes consiste à intégrer deux filtres dans un même boîtier pour les applications bi-bandes.

HÉLÈNE TRÉZÉGUET
(JOURNALISTE)

Les critères de choix

Bien établir les priorités du système

Le filtre à ondes de surface idéal n'existant pas, fixer son choix sur un composant est une affaire de compromis entre des paramètres mutuellement exclusifs : pertes d'insertion, bande passante, variations du temps de groupe... Le concepteur doit bien connaître les impératifs de son application et de son environnement.

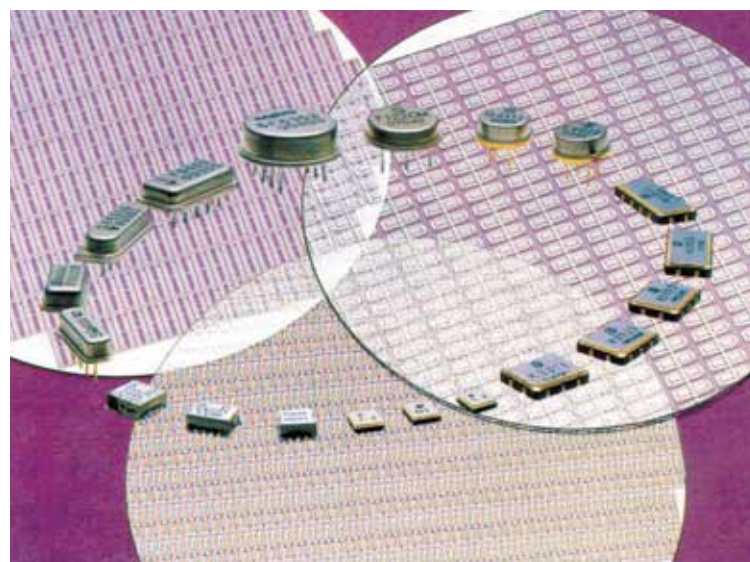
Les filtres à ondes de surface peuvent occuper des places diverses, pour des fonctions bien différentes, dans les chaînes d'émission ou de réception. De plus, chaque système suivant ses contraintes demandera de privilégier tel ou tel paramètre, ce qui se traduit souvent par un compromis sur d'autres caractéristiques. Pour répondre au mieux à tous ces cahiers des charges, l'offre constructeur est extrêmement fournie, avec souvent des dizaines de références autour d'un même type d'applications, chacune favorisant un paramètre par rapport aux autres. Pour cette raison, il est évident que le tableau de l'offre en matière de filtres à ondes de surface, présenté ci-après, n'est qu'un aperçu non exhaustif. Le choix a principalement porté sur les produits les plus représentatifs et/ou les plus récents. Par ailleurs, les filtres sur catalogue correspondent à des standards bien établis, il est donc très simple d'effectuer la comparaison entre les offres constructeur.

S'il a fallu faire un tri sur les produits cités, il en est de même pour les sociétés référencées. En effet, devenir ainsi le composant clé des technologies les plus en vogue ne laisse pas les fournisseurs indifférents. Le monde des sociétés fabriquant des filtres à ondes de surface est donc très animé ! A titre indicatif, si nous

repreons les firmes répertoriées dans le « Guide d'achat » fait en 1998 (*Electronique* n° 82, p. 114), les produits d'Andersen Laboratories sont aujourd'hui sous la coupe d'ICS ; de même ceux de Mitel sont maintenant chez Dynex ; NDK et Nec se sont réunis pour les filtres SAW dans une filiale de NDK appelée NRS ; Sawtek a été repris par Triquint ; le dernier nom de Thomson Microsonics est Temex ; les activités dans ce domaine d'Oki et Toshiba ont été achetées par respectivement Murata et Fujitsu...

Savoir ce qu'on ne veut pas

Opter pour un filtre à ondes de surface exige de parfaitement maîtriser non seulement le sys-



Sanyo dispose d'une large gamme de filtres SAW pour les applications de téléphonie cellulaire.

tème à concevoir mais également son environnement. Prenons l'exemple des filtres d'antennes dans les hautes fréquences où il y a beaucoup de « monde » : GSM 900 MHz, GPS 1227 et 1575 MHz, GSM 1800 MHz. Pour une application dans ce domaine, il faut étudier le plan de fréquences, les puissances en jeu et respecter les normes qui imposent un gabarit concernant notamment

l'atténuation hors bande. Le filtre sera ainsi déterminé en tenant compte du cahier des charges du système, de l'environnement et des normes. On en déduit l'immunité requise et, à ce moment, on ouvre le catalogue. Un autre exemple où cette immunité est très importante : les applications dans la bande ISM. Il s'agit en effet de systèmes de faible puissance qui doivent être protégés des fortes puissances qui les côtoient. Ainsi, les transmissions pour un casque audio sans fil interviennent dans la sous-bande 863-865 MHz, donc très près du GSM 900 MHz, il faut donc opter pour des filtres très carrés avec des flancs raides.

80 % des filtres à ondes de surface sont des produits standard choisis sur catalogue. Pour les 20 % restants, il y a une intervention plus ou moins importante du client pour réaliser un produit répondant au mieux aux

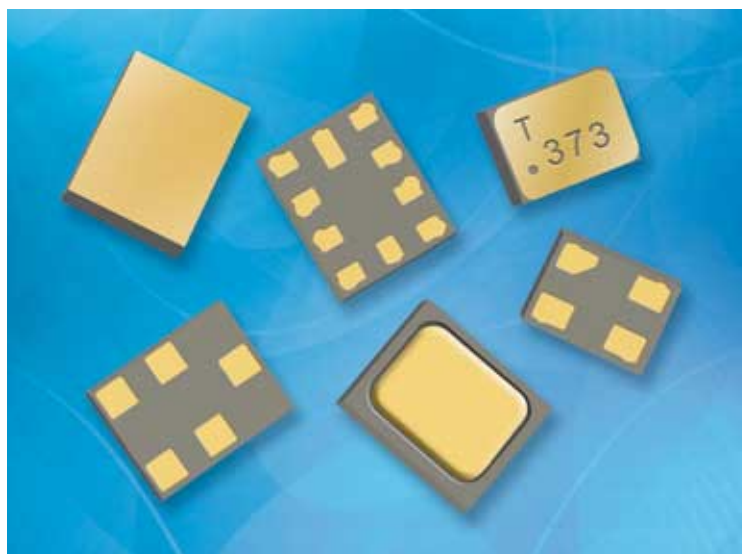


Spécialement conçus pour la téléphonie cellulaire, les filtres SAW d'Epcos se distinguent par la taille réduite de leur boîtier.

spécifications de son système. Cette « personnalisation » se décline sous deux formes : le « semi-custom » correspondant à une modification mineure, généralement sur quelques hertz de la fréquence centrale, un petit décalage du gabarit ou l'adaptation d'impédance, effectuée sur un filtre disponible sur catalogue ; le « sur-mesure » consiste, comme son nom l'indique, à concevoir totalement le produit optimal pour les caractéristiques d'une application donnée. Dans ce dernier cas, le piège est de vouloir un filtre « trop bon », ce qui a des répercussions immédiates sur son coût via un boîtier spécifique ou une taille de puce importante donc plus onéreuse. Les applications qui font appel typiquement à des filtres sur mesure sont les systèmes PMR pour « private mobile radio » (gendarmerie, pompiers...) pour des raisons de confidentialité et de sécurité. Le composant est entièrement spécifié en fréquence et en gabarit, et le coût est en conséquence.

Des paramètres interdépendants

Les filtres à ondes de surface sont déterminés par un nombre de caractéristiques dont certains sont définis sur la figure. Les deux paramètres préliminaires sont sa fréquence centrale (ou nominale) et sa bande passante (généralement à -3 dB). Déduite de ces deux paramètres, la bande passante relative (ou fractionnée) est le rapport de la bande passante sur la fréquence centrale. Celle-ci induit directement le matériau convenable pour le substrat qui, lui-même, établit la stabilité en température du filtre. Dans le tableau I, les matériaux traditionnels sont classés par coefficient de couplage acoustique croissant. On notera toutefois l'arrivée récente de nouveaux matériaux, telle la langasite. Ce paramètre est une mesure de l'efficacité avec laquelle le signal RF est converti en une onde acoustique. Quand la bande passante relative augmente, le nombre d'électrodes interdigitées diminue d'où la nécessité d'un matériau ayant un couplage élevé pour des bandes passantes plus larges. Généralement, un filtre FI est réalisé sur du quartz car avec une bande étroite, toute variation de



la courbe pour des raisons thermiques sera catastrophique. Au-delà de quelques pourcents en bande relative, le quartz sera délaissé pour un matériau à plus fort coefficient de couplage, mais plus sensible aux variations de température. Le concepteur de l'application devra donc agir en conséquence (bande plus large, réjection hors bande plus élevée...) afin de tenir les spécifi-

cations en toutes circonstances. Nombre des paramètres d'un filtre découlent de son architecture. Autrement dit, une bande passante relative donnée n'autorise pas toutes les structures de filtre comme le présente le tableau II.

Le facteur de forme qui indique la raideur des flancs du filtre est le rapport entre la largeur du filtre à -60 dB et sa bande pas-

Le filtre à ondes de surface TFS374A de Vectron est particulièrement adapté aux applications réseaux de type WLAN.

sante. Plus ce rapport tend vers l'unité, plus les flancs du filtre sont raides, donc plus il est sélectif. Hors bande, un certain nombre de fréquences doivent être impérativement rejetées : fréquence image, fréquence des canaux adjacents et des systèmes à proximité, signal d'émission, harmoniques d'oscillateur... Une réjection de plus de 50 dB est accessible pour la plupart des filtres SAW.

L'adaptation d'impédance n'est pas toujours désirée

Les filtres SAW ont longtemps été associés à de fortes pertes d'insertion. De fait, il est véridique que les filtres transversaux bidirectionnels (structure de base) affichent facilement 30 dB, mais toutes les architectures plus récentes (unidirectionnels, résonateurs...) ont permis de réduire cette valeur à moins de 10 dB. Ce fut la porte ouverte à de nombreuses applications inaccessibles auparavant. Le minimum atteignable en perte d'insertion est fonction de la bande passante relative et de la structure du filtre réalisée sur un substrat donné. Notons que dans une plage de bande passante relative associée à un substrat, les pertes d'insertion seront d'autant plus importantes que l'on s'approche de la limite supérieure de cette plage, pour une même architecture.

Intrinsèquement, un filtre à ondes de surface ayant ses électrodes métalliques séparées par un matériau diélectrique est une structure d'impédance capacitive. Il est donc souvent nécessaire d'employer un ou deux éléments autour du filtre pour assurer une adaptation d'impédance dans le but d'optimiser ses performances, et notamment de diminuer les pertes d'insertion. Les effets précis de l'adaptation d'impédance sont assez complexes à appréhender et nécessitent l'aide de logiciels de simulation, disponibles chez tous les fabricants. Dans les produits sur catalogue, les éléments d'adaptation sont parfois intégrés dans le boîtier. L'une des raisons pour laquelle ils ne le sont pas systé-

I.- Caractéristiques de quelques substrats

Matériau	Coeff. de couplage (K ²)	Vitesse de propagation (m/s)	Coefficient de température (ppm/°C)	Bande passante relative optimale
Quartz	0,16 %	3160	- 0,034 x (ΔT) ²	0,1 à 5 %, bande étroite
Tantalate de lithium (LiTaO ₃)	0,80 %	3300	- 18	4 à 9 % bande moyenne
Niobate de lithium (LiNbO ₃)	4,30 %	3480	- 94	7 à 30 % large bande

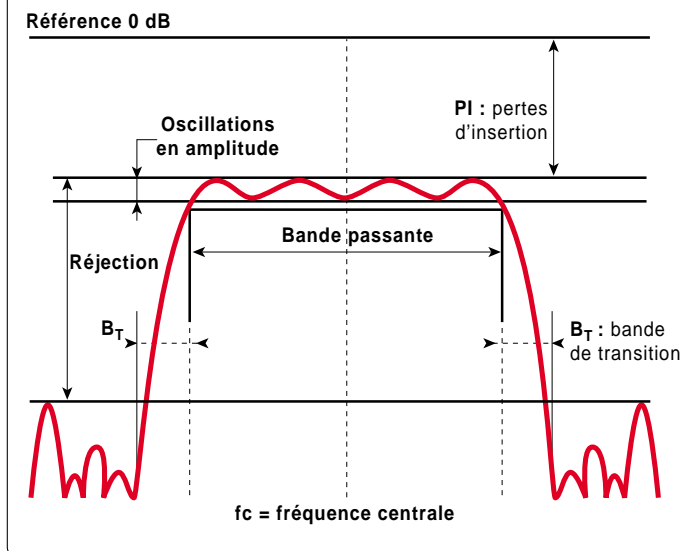
II.- Paramètres des différents types de filtres SAW

	Transversal bidirectionnel (classique)	Transversal type SPUDT	Transversal type LIDT	Résonateur
Fréquence	10 à 2500 MHz	10 à 1000 MHz	10 à 1000 MHz	50 à 1250 MHz
Bande passante relative	0,1 à 67 %	0,1 à 8 %	1 à 67 %	0,003 à 0,16 %
Bande de transition	0,2 MHz (min)	0,2 MHz (min)	0,3 MHz (min)	-
Perte d'insertion	15 à 35 dB	2 à 15 dB	5 à 15 dB	3 à 10 dB
Réjection (proche)	35 à 60 dB	20 à 50 dB	35 à 45 dB	35 à 50 dB
Facteur de forme	1,15 à 4	1,5 à 4	1,15 à 4	2,5 à 3
Variations du temps de groupe	10 à 250 ns	10 à 500 ns	10 à 500 ns	100 à 300 ns
Ondulations de l'amplitude	0,1 à 1 dB	0,1 à 1,5 dB	0,1 à 1,5 dB	0,1 à 1 dB

Réponse en fréquence d'un filtre à ondes de surface

FIGURE

Les trois caractéristiques principales d'un filtre sont la fréquence centrale, la bande passante et les pertes d'insertion. La bande de transition évalue la raideur des flancs et la réjection établit l'immunité.



matiquement est le triple transit que nous allons détailler dans le paragraphe suivant.

Aucune étude sur les filtres à ondes de surface n'est complète sans aborder les réponses parasites et leurs effets sur les performances. Un des plus importants à connaître est l'écho de triple transit, dû à la réflexion d'une partie de l'énergie acoustique, renvoyant une onde vers la sortie. Ce signal ayant fait un « aller-retour-aller » dans le filtre est donc atténué de deux fois la valeur de la perte d'insertion et affiche un retard temporel de $3T$, si T est le retard du signal direct désiré. Cet écho parasite engendre une oscillation de la bande passante (en amplitude, phase et temps de groupe). Une oscillation souvent inacceptable puisque, par exemple, la variation du temps de propagation de groupe dans la bande est l'une des principales causes de la distorsion intersymbole affectant les données numériques et de la dégradation du taux d'erreurs de bit qui en résulte.

A ce niveau apparaît à nouveau la notion de compromis propre à ces filtres : plus la perte d'insertion est forte, plus le triple transit est atténué et moins il y a d'ondulation. C'est pourquoi de nombreux concepteurs choisissent un filtre sans adaptation d'impédance pour minimiser la

variation de l'amplitude dans la bande passante, si la perte d'insertion est acceptable. D'autres peuvent opter pour une simple inductance en série, annulant l'effet capacitif du filtre SAW, réduisant la perte d'insertion sans augmenter le triple transit au-delà des limites tolérables. Toute cette démonstration sur le triple transit ne concerne pas les filtres transversaux unidirectionnels et de type résonateur.

Parmi les autres effets parasites temporels à traiter, citons les fuites RF et les interférences. Les filtres à ondes de surface y sont particulièrement sensibles du fait de leur temps de propagation intrinsèque. Pour pallier ces phénomènes parasites, sources aussi d'ondulations dans la bande passante, le seul moyen est de prendre des précautions d'implantations très strictes pour éviter les boucles de masse, le couplage direct entre l'entrée et la sortie, par pistes interposées ou via les éléments du réseau d'adaptation. Tous les conseils sont disponibles auprès de chaque fabricant : fente de séparation dans le plan de masse entre l'entrée et la sortie, double plan de masse avec une distribution particulière des lignes de traversée, éléments d'adaptation éloignés et inductances placées à angle droit.

HÉLÈNE TRÉZÉGUET

Suite p.84

Aperçu de l'offre

Fabricant (fournisseur)	Référence	Applications typiques	Fréquence nominale (MHz)	Bande passante à - 3 dB	Perte d'insertion (dB) (typique)	Ombulation dans la bande passante (dB) (typique)	Atténuation hors bande	Variation du temps de propagation de groupe	Boîtier (mm x mm x mm)
Ampltronix (Ultimate Renaissance)	ABFF02xx		44 à 487,25	0,2 à 28 MHz	6 à 32,5	0,5 à 1	De 40 dB à 2,15 MHz à 40 dB à 22,5 MHz	20 à 300 ns	13,3 x 6,5 x 1,65 ou 5 x 5 x 1,5
	ABFF02xx		139 à 460	± 1 à ± 7,5 MHz	2,8 à 6,5	1,5	43 dB à 55 dB		5 x 5 x 1,5 ou 3,8 x 3,8 x 1,35
	ABFF03xx		462 à 959,5	± 1 à ± 17,5 MHz	2,8 à 5	1,5	45 dB à 55 dB		
	ABFF04xx		1415,42 à 1575,42	± 1,20 à ± 20 MHz	1,5 à 3,5	1,5	50 dB		3,8 x 3,8 x 1,35 ou 2,5 x 2 x 1
	ABFF01		1090 à 2450	± 1 à ± 50 MHz	1,1 à 3	1,5	28 dB à 32 dB		3 x 3 x 1,15 ou 2,5 x 2 x 1
AVX/Kyocera	SF16-0881 M5UB	GSM (Rx)	881,4	25 MHz	1,9	0,3			1,6 x 1,4 x 0,6
	SF16-0942 M5UB	GSM (Rx)	942,5	35 MHz	2,5	0,7			1,6 x 1,4 x 0,6
	SF16-1842 M5UB	DCS (Rx)	1842,5	75 MHz	2,4	1,2			1,6 x 1,4 x 0,6
	SF16-1960 M5UB	PCS (Rx)	1960	60 MHz	3,1	0,8			1,6 x 1,4 x 0,6
	CBF-2R4-30-00	IEEE 802.1	2450	100 MHz	1,5				1,6 x 1,0 x 0,8
	SF16-1575-XXX	GPS (Rx)	1575,42	3 MHz	1,1	0,07			1,6 x 1,4 x 0,6
	MSB 47 868 600	ISM (Rx)	868,3	0,6 MHz	3,5	1,1			5,0 x 5,0 x 1,5
	PAFC433.92	ISM	433,92						
	MSFB47-868-600K0	ISM	868,3	0,6 MHz	3,5	1,1			5,0 x 5,0 x 1,5
	LSFA02-434-002M0	ISM	434	0,8 MHz	2,8	0,4			11 x 4,5 x 3,0
	LSFA02-422-002M0	ISM	421,9	0,8 MHz	2,8	0,4			11 x 4,5 x 3,1
Dysex	DW9255	GPS	35,42	1,9 MHz (1 dB)	17	0,8	> 30 dB à ± 5 MHz	190 ns	6,4 x 13,4 x 2,25
	DW9276	GSM	71	± 160 kHz	7	0,2	47 dB à ± 3 MHz	250 ns	7,8 x 15,7 x 1,6
	DW9241	PCS	78,81	± 85 kHz	< 6	0,5	> 40 dB à ± 800 kHz	500 ns	6,4 x 13,4 x 2,25
	DW9274		92,02	30 kHz	3	0,5	> 30 dB à ± 100 kHz	4 µs	6,8 x 13,6 x 2
	DW9282	Dect	110,59	1,08 MHz	10	0,2	> 30 dB à ± 61 MHz	100 ns	6,5 x 8,6 x 1,34
	DW9253	Dect	110,59	1,15 MHz	15	0,4	> 30 dB à ± 1,72 MHz	95 ns	6,4 x 13,4 x 2,25
	DW9249	Dect	112,32	1,44 MHz	15	0,4	> 30 dB à ± 1,72 MHz	80 ns	6,4 x 13,4 x 2,25
	DW9256	PCS	133	± 75 kHz	5	0,5	30 dB à ± 600 kHz	150 ns	6,3 x 13,3 x 0,57
	DW9265	PCS	196,99	576 kHz	9	0,2	50 dB à ± 2 MHz	100 ns	6,4 x 13,4 x 2,45
ECS	D479.5B/D480A		479,5/480	26,7/17,6 MHz	23/21	0,3	> 30 dB à ± 20 MHz	11,5 ns	diam. 9,5, haut. 6,5
	DSF400.0A-51		400	± 83 kHz	6	2	20 dB à ± 0,8 MHz	1 µs	5 x 5,2 x 1,5
	DSF497.5B-21		947,5	25 MHz	3,3	1,4	30 dB à ± 30 MHz		3 x 3 x 1,5
Epcos (DEL-Betronik)	B39162-B7840-C710	GPS	1575,42	22 MHz	1,2	0,1	40 dB		2 x 1,4 x 0,68
	B39162-B9016-E610	GPS	1575,42	42 MHz	1,3	0,05	45 dB		2 x 1,6 x 0,68
	B39441-B4841-U310	GSM	440	0,35 MHz	4,6	0,5	60 dB	600 ns	5 x 5 x 1,35
	B39881-B7845-K410	GSM 850 (Rx)	881,5	34 MHz	1,4	0,5	46 dB		2 x 1,4 x 0,68
	B39941-B7837-K410	Edge GSM (Rx)	942,5	44 MHz	1,4	0,7	44 dB		2 x 1,4 x 0,68
	B39182-B7852-K410	GSM 1800 (Rx)	1842,5	100 MHz	1,5	0,5	42 dB		2 x 1,4 x 0,68
	B39202-B7851-K410	GSM 1900 (Rx)	1960	80 MHz	1,4	0,5	58 dB		2 x 1,4 x 0,68

Aperçu de l'offre

Fabricant (fournisseur)	Référence	Applications typiques	Fréquence nominale (MHz)	Bande passante à - 3 dB	Perte d'insertion (dB) (typique)	Ondulatio dans la bande passante (dB) (typique)	Atténuation hors bande	Variation du temps de propagation de groupe	Boîtier (mm x mm x mm)
Epcos (DEL-Betronik)	B39182-B9202-G810	Edge GSM/ GSM 1800 (Rx)	942,5/1842,5		1,4/1,4	0,6/0,6	44/49 dB		2,0x2,5x0,68
	B39242-B7841-C710	Bluetooth	2441,75	83,5 MHz	2	0,5	50 dB		2,0x1,4x0,68
	R900	RKE	433,92						3,5x5,0x1,5
	R808	RKE	868,35						3,5x5,0x1,5
	B3760	RKE	433,92	0,68 MHz	1,9	0,5	65 dB		3,8x3,8x1,5
	B3716	RKE	869	11 MHz	2,6	0,6	45 dB		3,0x3,0x1,1
Fujitsu	FAR-F5EA-836M50	AMPS/CDMA (Tx)	836,5	25 MHz	2,1 (typ)	0,7 (typ)	46 dB à ± 20 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	FAR-F5EA-881M50		881,5	25 MHz	2,2 (typ)	0,7 (typ)	> 30 dB à ± 20 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	FAR-F5EB-881M50	GSM (Rx)	881,5	25 MHz	1,9 (typ)	0,6 (typ)	> 27 dB à ± 20 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	FAR-F5EA-942M50	Edge GSM	942,5	35 MHz	2,8 (typ)	1,2 (typ)	30 dB à ± 20 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	FAR-F5EA-906M00	J-CDMA	919,5	38 MHz	2,5 (typ)	0,9 (typ)	> 33 dB à ± 15 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	FAR-F6CP-1G5754	GPS	1575,42	1,9 MHz	1,1 (typ)	0,1	20 à 30 dB à ± 50 MHz		2,5 x 2 x 1
	FAR-F6EA-1G8425	DCS (Rx)	1842,5	75 MHz	1,8 (typ)	0,7	12 dB à 1785 MHz, ≤ 23 dB à 1920 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	FAR-F6EB-1G9600	GSM 1900	1960	60 MHz	1,7 (typ)	0,5	20 dB à 1910, 24 dB à 2010		2 x 1,6 x 0,6
	FAR-F6CP-1G9500	W-CDMA	1950	60 MHz	2,1	0,4	24 dB à 1800 MHz, 38 dB à 2110 MHz		2,5 x 2 x 1
ICS (GigaConcept)	SF0070CF51541T		70	0,25 MHz	18	0,02	40 dB à ± 0,445 MHz	200 ns	27 x 12,6 x 5,33
	SF0070CF51856T		70	36 MHz	25	1,3	40 dB à ± 25 MHz	15 ns	22 x 13 x 5,33
	SF0140CF51902T		140	0,75 MHz	23	0,25	40 dB à ± 0,8 MHz	80 ns	27 x 12,6 x 5,33
	SF0140CF51943T		140	44 MHz	25	0,7	40 dB à ± 27 MHz	20 ns	22 x 13 x 5,33
	SF0070BA03047S		70	1 MHz	8,5	0,6	40 dB à ± 1,5 MHz	320 ns	19 x 6,5 x 1,8
	SF0070BA03067S		70	40 MHz	23	0,7	30 dB à ± 23 MHz	20 ns	13,3 x 6,5 x 1,98
	SF0140BA03068S		140	4 MHz	12,5	1	40 dB à ± 4 MHz	50 ns	13,3 x 6,5 x 1,98
	SF0140BA02393S		140	72 MHz	22,5	1,5	40 dB à ± 50 MHz	100 ns	9 x 7 x 1,7
	SF0070CD02386S	CDMA	69,99	1,26 MHz	20	0,5	30 dB à ± 2 MHz		25 x 9 x 1,9
	SF0185BA02302S	GPS	185,76	4,5 MHz	25	0,7	52 dB à ± 20 MHz	32 ns	9 x 7 x 1,7
	SF0240BA01987S	Données sans fil	240	14 MHz	11	0,5	43 dB à ± 18 MHz	40 ns	7 x 5 x 1,9
Murata	SAFEB881MFL0F00R14	GSM 850 (Rx)	881,5		1,55	0,2	54 dB		1,35 x 1,05 x 0,55 typ
	SAFEB942MFL0F00R14	GSM 900 (Rx)	942,5		1,8	0,5	25 dB		1,35 x 1,05 x 0,55 typ
	SAFEB1G84FA0F00R14	GSM 1800 (Rx)	1842,5		1,6	0,5	14 dB		1,35 x 1,05 x 0,55 typ
	SAFEB1G96FA0F00R14	GSM 1900 (Rx)	1960		1,5	0,5	14 dB		1,35 x 1,05 x 0,55 typ
	SAFCG315MSLOX00	Automobile	315	0,7 MHz	2		45 dB à ± 10,7 MHz		3,8 x 3,8 x 1,15
	SAFCG433MSLOX00	Automobile	433,92	0,86 MHz	2,3		49 dB à ± 10,7 MHz		3,8 x 3,8 x 1,15
	SAFCC433MBLOX00	Automobile	433,92	0,86 MHz	2,5		50 dB à ± 10,7 MHz		3,0 x 3,0 x 1,15
	SAFCC868MSLOX00	Automobile	868,3	2 MHz	3,2		25 dB à ± 10,7 MHz		3,0 x 3,0 x 1,15

Suite page 86

Aperçu de l'offre

Fabricant (fournisseur)	Référence	Applications typiques	Fréquence nominale (MHz)	Bande passante à -3 dB	Perte d'insertion (dB) (typique)	Ombulation dans la bande passante (dB) (typique)	Atténuation hors bande	Variation du temps de propagation de groupe	Boîtier (mm x mm x mm)
Murata	SAFCG868MSLOX00	Automobile	868,3	2 MHz	3,2		25 dB à ± 10,7 MHz		3,8 x 3,8 x 1,15
NDK	WF752C1960PD	PCS 1900	1960	60 MHz	2,3	0,7	> 12 dB à ± 50 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	WF753C0881PD	GSM 850	881,5	25 MHz	1,9	0,7	> 30 dB à ± 30 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	WF754C1842PD	DCS 1800	1842,5	80 MHz	2,2	0,9	> 18 dB à ± 120 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	WF755C0942PD	Edge GSM	942,5	40 MHz	2,3	0,9	> 30 dB à ± 40 MHz		2 x 1,6 x 0,6
	WF822C0836PE	US.CDMA (Tx)	836,5	24 MHz	2,3	1,1	> 40 dB à ± 30 MHz		2,5 x 2 x 0,8
	WF822D0881PE	US.CDMA (Rx)	881,5	24 MHz	2,4	0,6	> 27 dB à ± 30 MHz		2,5 x 2 x 0,8
	WF866B0315CH	Système sans clef (RKE)	315	600 kHz	3,5	1,3	> 30 dB à ± 6 MHz		3,8 x 3,8 x 1,2
	WF866A0433CH		433,92	600 kHz	3	1	45 dB à ± 10 MHz		3,8 x 3,8 x 1,2
	WF873A0868CK		868,35	1,2 MHz	2,5	1	30 dB à ± 5 MHz		3,8 x 3,8 x 1,2
	WF843A1000CE	Wlan 5 GHz	1 GHz	22 MHz	5	0,7	> 16 dB à ± 20 MHz	25 ns	3 x 3 x 1,25
	WF787A0570CE	Wlan 5 GHz	570	21 MHz	4,3	1,2	21 dB à ± 20 MHz	90 ns	3 x 3 x 1,25
	WF824B1220PE	Radio numérique	1220	8 MHz	2,1	0,5	46 dB à 1176 MHz, 45 dB à 1320 MHz		2 x 1,6 x 0,8
WF748D0140CD	CDMA station de base	140	20 MHz	11	1	35 dB à ± 17 MHz	100 ns	7 x 5 x 1,6	
NJRC (Endrich)	NSVSxxxx	GPS	1575,4	2 MHz	1,1	0,5	> 15dB à ± 100 MHz	5 ns	3 x 3 x 1
	NSVSxxxx	Système sans clef (RKE)	304,3 à 433,92	1 MHz	3 à 3,5	1,5	> 20 dB à ± 10 MHz > 45 dB à ± 22 MHz		3,5 x 3,5 x 1 ou 3 x 3 x 1,15
	NSVAxxxx	Transceiver	1216,5 à 1525,5	1 MHz	3,5	1,5	40 dB à - 36 MHz, 25 dB à + 36 MHz		3,5 x 3,5 x 1
	NSVAxxxx	Sans fil	886 à 959,5	2,4 MHz	3,5	1,5	> 30 dB à ± 45 MHz		3,5 x 3,5 x 1
	NSVA288	Pagers	930	4 MHz	3,5	1,2	> 30 dB à ± 25 MHz		3,5 x 3,5 x 1
	NSVS1061	GPS	174	22 MHz	10	1	30 dB à ± 17 MHz	100 ns	9,1 x 4,8 x 1,3
	NSVS1114	W-CDMA	190	3,84 MHz	14,5	0,8	35 dB à ± 5 MHz	130 ns	7 x 5 x 1,8
	NSVS1120	Wlan	570	17 MHz	3,8	1,7	10 dB à ± 20 MHz	20 ns	3 x 3 x 1,15
	NSVS755	Wlan	2450	100 MHz	2,5	1	> 30 dB à ± 150 MHz		2,5 x 2 x 1
	NSVS963	TV numérique	1220	8 MHz	4	1	> 45 dB à ± 50 MHz		3 x 3 x 1,15
RF Monolithics	RF1xxxx	ISM	315 à 916,50	0,50 à 1,25 MHz	1,60 à 5				3 x 3 x 1,1 ou 3,8 x 3,8 x 1,25 ou 5 x 5 x 1,55
	SF1186B-2	GPS	1575,42	> 10 MHz	2,70				3 x 3 x 1,1
	SF1174D	IEEE 802.11 Wlan	374,00	17 MHz	8,60	0,6		100 ns	3,8 x 3,8 x 1,25
	SF1189B-1	IEEE 802.11 Wlan	280,00	17,97 MHz	8,30	2		60 ns	5 x 5 x 1,55
	SF2041B	IEEE 802.16	456,00	3,4 MHz (1dB)	11,50	0,7		200 ns	5 x 7 x 1,6
	SF2046B	IEEE 802.16	456,44	5,22 MHz (1dB)	7,50	1		100 ns	5 x 7 x 1,6
	SF2050A	IEEE 802.16	44,00	5,22 MHz (1dB)	22	1		100 ns	9 x 5 x 1,7
	SF1197B	Edge GSM	248,60	6,50 MHz	3	0,3		300 ns	5 x 7 x 1,6
	SF1200B	3G	96,00	20 MHz	8	0,9		120 ns	5 x 7 x 1,6
	SF1177A	3G	57,60	21,2 MHz (1dB)	12	1,5		50 ns	13,3 x 6,5 x 1,8
	PX1004		82,20	0,03 MHz	3	1		2 500 ns	13,3 x 6,5 x 1,8

Aperçu de l'offre

Fabricant (fournisseur)	Référence	Applications typiques	Fréquence nominale (MHz)	Bande passante à -3 dB	Perte d'insertion (dB) (typique)	Ondulaton dans la bande passante (dB) (typique)	Atténuation hors bande	Variation du temps de propagation de groupe	Boîtier (mm x mm x mm)
Samsung Electro-Mechanics	SFH881MQ101	CDMA	881,5	38 MHz	1,5	0,6	54 dB (typ) à 849 MHz		1,4 x 1,1 x 0,60 max. 5 broches
	SFH942MQ101	EGSM	942,5	44 MHz	1,7	0,4	36 dB (typ) à 915 MHz		
	SFHG42MQ101	DCS	1842,5	95 MHz	1,6	0,5	17 dB (typ) à 1785 MHz		
	SFHG60MQ101	PCS	1960	80 MHz	1,6	0,7	15 dB (typ) à 1910 MHz		
	SFHG40YS101	W-CDMA (Rx)	2140		1,6	0,6	25 dB (typ) à 2050 MHz		2 x 1,4 x 0,67 SFHG40YS101: 5 broches; SFDG50AU101: 4 broches; SFHG41MS101: 5 broches
	SFDG50AU101	W-CDMA (Tx)	1950		1,9	0,6	45 dB (typ) à 2110 MHz		
	SFHG41MS101	Bluetooth	2441		2	0,8	27 dB (typ) à 2300 MHz		
	SFHG41MQ101	Bluetooth	2441		2,3	0,8	27 dB (typ) à 2300 MHz		1,4 x 1,1 x 0,60 max. 5 broches
	SFW881MZ001	CDMA+PCS	881,5/1960	38/80 MHz	1,6/1,7	0,6/0,7	54 dB (typ) à 849 MHz/ 15 dB (typ) à 1960 MHz		2 x 1,6 x 0,60 max. 10 broches
	SFW942MZ001	EGSM+DCS	942,5/1842,5	44/95 MHz	1,8/1,7	0,4/0,5	36 dB (typ) à 915 MHz/ 17 dB (typ) à 1842,5 MHz		
Sanyo (Endrich)	TSM897xx	Edge GSM	897,5	± 17,5 MHz	3,5	2	> 30 dB à ± 47,5 MHz		3 x 3 x 1,25
	TSM942xx	Edge GSM	942,5	± 17,5 MHz	2,4				3 x 3 x 1,25
	TSM836xx	CDMA/AMPS	836,5	± 12,5 MHz	3,4				3 x 3 x 1,25
	TSM184xx	DCS 1800	1842,5	± 37,5 MHz	2,1 à 3,6				3 x 3 x 1,25
	TSM196	PCS	1960	± 30 MHz	2 à 3,1				3 x 3 x 1,25
	TSM1214	W-CDMA	2140	± 30 MHz	3,1				3 x 3 x 1,25
	TSM157xx	GPS	157,4	± 31 MHz	0,8 à 2,7				3 x 3 x 1,25
Temex	TMX R409	CDMA	183,6	1,4 MHz (5 dB)	9,7	0,6		1430 ns	7 x 5 x 1,2
	TMX U753	3G	190	6 MHz	4,5	1		50 ns	3,8 x 3,8 x 1,05
	TMX S143	ISM (type RKE)	869	2 MHz (2,4 dB)	2,4	0,3			3 x 3 x 1,25
	TMX T612	ISM (type RKE)	433,92	1,74 MHz (1,8 dB)	1,8	0,2			3 x 3 x 1,15
	TMX S135	ISM (Médical)	611	6 MHz (2,7 dB)	2,7	1		50 ns	5 x 5 x 1,6
	TMX T511	Edge GSM	125	0,8 MHz (0,4 dB)	8,9	0,47			9,1 x 4,8 x 1,6
	TMX U512	TD-SCDMA	140	16,3 MHz	9,6	0,6			13,3 x 6,5 x 1,6
	TMX T528	W-CDMA	178,25	3,75 MHz (1 dB)	19,6	1		105 ns	13,3 x 6,5 x 1,8
Toyocom (Frank & Schulte)	TQS-473AA-7R	W-CDMA	190	± 2,3 MHz (min)	7	1	35 dB à ± 12,5 MHz	45 ns	3,8 x 3,8 x 1,25
	TQS-474AA-7R	W-CDMA	190	± 2,6 MHz (min)	9,5	0,5	40 dB à ± 5,0 MHz	73 ns	7 x 5 x 1,50
	TQS-472BA-7R	W-CDMA	380	± 2,2 MHz (min)	11,2	0,5	50 dB à ± 10 MHz	85 ns	7 x 5 x 1,50
	TQS-444F-7R	WLAN	280	± 4 MHz (min)	10	1,5	50 dB à ± 39 MHz		5,2 x 4,5 x 1,7
	TQS-646A-7R	GSM/DCS	400	± 80 kHz (min)	6	1	35 dB à ± 600 kHz	3 µs	5,2 x 4,5 x 1,7
	TQS-706B-6R	Terminaux PMR	420 à 480	± 2 MHz (min)	4,5	2	55 dB à ± 40 MHz		11,3 x 4,8 x 3,3
	TQS-953AA-7R	W-CDMA (Tx)	1950	± 30 MHz (min)	3	1,5	40 dB à 2110 MHz		2,5 x 2,0 x 1,15
	TQS-550AA-7R	W-CDMA (Rx)	2140	± 30 MHz (min)	3	2	27 dB à ± 1980 MHz		2,5 x 2,0 x 1,15
	TQS-942AA-7R	PCS (Tx)	1880	± 30 MHz (min)	4	2,7	30 dB à 1960 MHz		2,5 x 2,0 x 0,80

Suite page 88

Aperçu de l'offre

Fabricant (fournisseur)	Référence	Applications typiques	Fréquence nominale (MHz)	Bande passante à - 3 dB	Perte d'insertion (dB) (typique)	Ombulation dans la bande passante (dB) (typique)	Atténuation hors bande	Variation du temps de propagation de groupe	Boîtier (mm x mm x mm)
Toyocom (Frank & Schulte)	TQS-536BA-7R	PCS (Rx)	1960	± 30 MHz (min)	3,9	1,8	45 à 1850 MHz		2,5 x 2,0 x 1,15
	TQS-528A-7G	Edge GSM (Rx)	942,5	± 17,5 MHz (min)	3	1,5	20 dB à 915 MHz		2,5 x 2,0 x 0,80
	TQS-949AA-7G	GPS	1575,42	± 1,2 MHz	1,6	0,1	35 dB à ± 50 MHz		2,5 x 2 x 0,8
	TQS-566AA-7R	ISM	433,92	± 0,87 MHz	2,5	1	> 30 dB à ± 9,2 MHz		3 x 3 x 1,11
	TQS-557AA-7R	ISM	869	± 1 MHz	2,1	0,3	> 30 dB à ± 20 MHz		3 x 3 x 1,11
	TQS-566AA-7R	ISM	915	± 13 MHz	2	0,6	> 45 dB à ± 72,0 MHz		3 x 3 x 1,11
Triquint (ex Sawtek)	p/n 856463	GPS	1575,42	2 MHz (1 dB)	0,9	0,1			1,5 x 1,5 x 0,76 (montage en surface)
	p/n 856417	GSM/Edge	1900		1,5 (typ)				1,5 x 1,5 (montage en surface)
	p/n 856409	GSM/Edge	1800		1,5 (typ)				
	p/n 856387	GSM/Edge	900		1,35 (typ)				
	p/n 856441	GSM/Edge	850		1,2 (typ)				
	p/n 855966	GSM/Edge	950	35 MHz	2,3 (typ)	0,2 (typ)			2,5 x 2 x 0,76 (montage en surface)
	p/n 856079	GSM/Edge	1800	75 MHz	2,5 (typ)	0,7			
	p/n 856104	GSM/Edge	1900						
	p/n 856113	GSM/Edge	900	35 MHz	2,2 (typ)	1,1			
	p/n 856302	GSM/Edge	900	25 MHz	2 (typ)	0,6 (typ)			2 x 1,5 x 0,76 (montage en surface)
	p/n 856190	GSM/Edge	950	35 MHz	2,8 MHz (Typ)	0,7 (typ)			
	p/n 856216	GSM/Edge	1800	75 MHz	2,3 (typ)	1 (typ)			
p/n 856200	GSM/Edge	1960	60 MHz	2,6 (typ)					
Vectron (Elxience)	TFS282A	Mobile	282,00	0,18 MHz	3,7	1,5	60 dB	700 ns	5 x 5 x 1,8
	TFS360F	Mobile	360,00	0,14 MHz	3,3	1,5	60 dB	500 ns	3,8 x 3,8 x 1,2
	TFS1575E	GPS	1575,42	2,4 MHz	1,8		40 dB		2,5 x 2 x 0,9
	TFS1237	GPS	1237	40 MHz	2	0,5	40 dB	6 ns	3 x 3 x 1,2
	TFS380K	WiMAX	380	4,12 MHz	10		45 dB		5 x 5 x 1,8
	TFS456K	WiMAX	456	12,8 MHz	14	1	40 dB	250 ns	3,8 x 3,8 x 1,2
	TFS2535	WiMAX	2535	66 MHz	3,5	0,5	35 dB		3,0 x 3,0 x 1,2
	TFS35A	Espace & militaire	35,42	1,7 MHz	14,8	0,6	50 dB	200 ns	13,6 x 6,8 x 2,0
	TFS70AG		70	4 MHz	16	1,2	95 dB		35,1 x 20,6 x 9,0
	TFS403A	Médical	403,5	3 MHz	4,8	0,8	40 dB		3,8 x 3,8 x 1,2
	TFS611A	Médical	611	6 MHz	5,5		40 dB		3,8 x 3,8 x 1,2
	TFS433R	ISM	433,92	0,16 MHz	3,8		58 dB	500 ns	5,0 x 5,0 x 1,8
	TFS315D	ISM	315	7,1 MHz	1,95	1,5	55 dB		3,8 x 3,8 x 1,2
	TFS915A	ISM	915	26 MHz	2,5	1	46 dB	25 ns	3,8 x 3,8 x 1,2
	TFS942B	Mobile	942,5	35 MHz	3,2	1,6	50 dB		2,5 x 2,0 x 0,9
	TFS1960B	Mobile	1960	60 MHz	3,1	1,5	25 dB		2,5 x 2,0 x 0,9
TFS374A	WLAN	374	23 MHz	8,7		50 dB	40 ns	3,8 x 3,8 x 1,2	