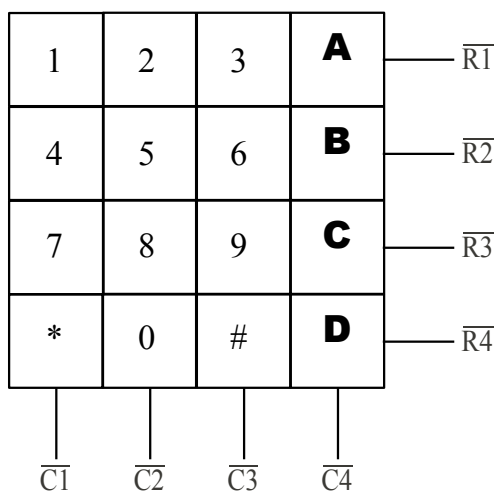


## TP E5 2 : recherche des composantes générées par un circuit DTMF.

### Présentation :

Un **code DTMF** (dual-tone multi-frequency) est une combinaison de fréquence utilisée pour la téléphonie moderne. Ces codes sont utilisés pour la composition des numéros de téléphones (en opposition aux téléphones dits à *impulsions*), et ils ont permis la création des premiers serveurs vocaux interactifs.

On dispose du circuit intégré TCM 5089 qui, associé à un cristal de quartz de 3,579545 MHz, permet de générer un signal constitué d'une somme de deux composantes sinusoïdales basse fréquence.



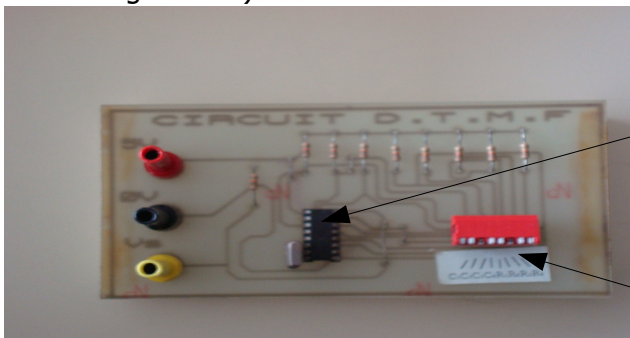
Clavier de téléphone

Lors de l'étude expérimentale, pour simuler l'appui sur une touche, on reliera les deux entrées correspondantes du circuit intégré TCM 5089 à Vss par l'intermédiaire d'interrupteurs

$\overline{R/C}$	Fréquences normalisées
$\overline{R1}$	697 Hz
$\overline{R2}$	770 Hz
$\overline{R3}$	852 Hz
$\overline{R4}$	941 Hz
$\overline{C1}$	1209 Hz
$\overline{C2}$	1336 Hz
$\overline{C3}$	1477 Hz
$\overline{C4}$	1633 Hz

Tableau des fréquences

Le but du TP est de retrouver ces données constructeur (les fréquences correspondant aux deux sinusoïdes générées) avec deux méthodes différentes.



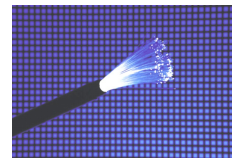
On utilisera à cet effet la maquette DTMF :

Composant TCM 5089

Switches permettant de choisir les lignes (Rows) et les colonnes (C)

On alimentera le circuit sous Vdd = 5 V et Vss = 0 V par les deux bornes prévues à cet effet.

Pour relier une entrée à la masse, il suffit de fermer l'interrupteur correspondant.



## PARTIE A : utilisation d'un analyseur de spectre.

### 1) Analyse fréquentielle du signal DTMF pour y retrouver les deux composantes sinusoïdales.

Connecter une seule ligne et une seule colonne à Vss en précisant son choix.

Quelle est la touche du clavier qui a été enfoncée ?

#### Analyse temporelle.

Représenter  $v(t)$  et commenter son allure.

Mesurer la valeur efficace de  $v(t)$  en indiquant votre méthode.

Mesurer sa valeur moyenne ainsi que la valeur efficace de chacune des composantes alternatives (en mettant à Vss successivement la ligne et la colonne).

Vérifier que  $V_{\text{eff}} = \sqrt{V_{\text{moy}}^2 + V_{1\text{eff}}^2 + V_{2\text{eff}}^2}$

#### Analyse fréquentielle.

Tracer le spectre d'amplitude de  $v(t)$  en indiquant la valeur de SPAN et du CENTER.

Indiquer la fréquence et le niveau des deux « raies » les plus significatives.

On rappellera la formule reliant la hauteur des raies en dBv et la valeur efficace et on présentera les résultats dans un tableau comme indiqué ci-dessous :

Fréquence en Hz		
Niveau en dBV		
Valeur efficace en V		

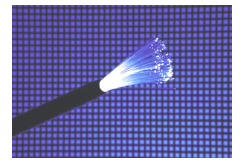
Vérifier la cohérence avec les données constructeur en calculant l'erreur relative sur les fréquences.

### 2) Étude des raies d'intermodulation .

On veut effectuer une analyse fréquentielle plus fine : imprimer de nouveau le spectre du signal DTMF avec une fenêtre de 0 à 3 kHz.

Identifier dans ce spectre :

- les deux raies « principales » en  $f_1$  et  $f_2$  qui correspondent aux deux sinusoïdes générées par le circuit DTMF.
- les raies d'intermodulation, c'est-à-dire les raies dont les fréquences sont de la forme  $f = \alpha.f_1 \pm \beta.f_2$  (en pratique, on recherchera d'abord  $f_1+f_2$  et  $f_2-f_1$  ).



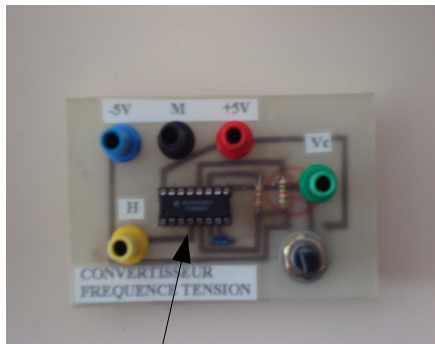
## PARTIE B : sélection des composantes du signal DTMF à l'aide d'un filtre sélectif à capacités commutées.

Pour sélectionner les différentes composantes du signal DTMF, on dispose d'un filtre sélectif et d'un convertisseur tension/fréquence.

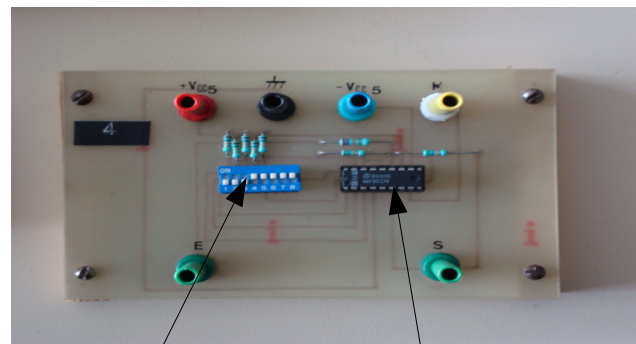
Le filtre sélectif est à capacités commutées : sa fréquence centrale  $f_0$  est commandée par un signal horloge. Plus précisément,  $f_0 = f_h / 100$  où  $f_h$  est la fréquence de l'horloge.

Le signal d'horloge est délivré par le convertisseur tension / fréquence (VCO) basé sur un composant 4046 déjà étudié.

Les deux maquettes sont présentées ci-dessous :



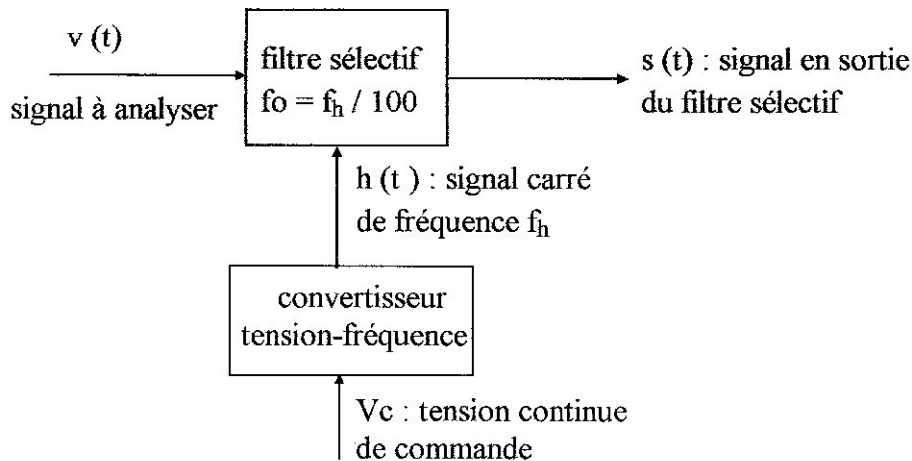
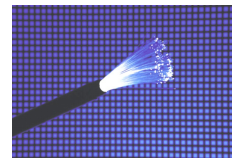
Composant 4046



Switches permettant de modifier le facteur de qualité Q du filtre.

Composant MF8

Le principe de la manipulation est rappelé ci-dessous :



### Précisions :

- la maquette filtre sélectif est conçue autour d'un circuit MF8. On impose les switches avec le combinaison 00011 en fermant les commutateurs 1,2,3 et en ouvrant 4 et 5.
- la maquette VCOt conçue autour d'un composant 4046 et la tension continue d'entrée est variable par action sur le potentiomètre présent sur la maquette.

### 1) Caractéristiques du filtre sélectif associé au convertisseur tension / fréquence.

#### a) Fonction de transfert de la maquette convertisseur tension / fréquence :

Visualiser le signal de sortie  $h(t)$  de la maquette. Quelle est sa forme ? Vérifier que la fréquence de ce signal varie bien en fonction des positions du potentiomètre.

Relever la caractéristique de transfert de ce VCO en relevant les valeurs de  $V_c$  et de  $f_h$  pour une dizaine de valeurs. On relèvera les deux valeurs extrêmes  $f_{h_{\min}}$  et  $f_{h_{\max}}$  de la fréquence du signal de sortie.

#### b) Réponse en fréquence du filtre sélectif :

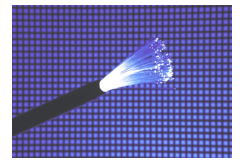
On impose :

- sur l'entrée d'horloge le signal  $h(t)$  généré par la maquette convertisseur tension / fréquence.
- sur l'entrée du filtre un signal sinusoïdal  $e(t)$  de fréquence  $f_e$  variable et d'amplitude 1V.

On cherche le comportement du filtre pour les deux fréquences  $f_{h_{\min}}$  et  $f_{h_{\max}}$  :

- pour  $f_h = f_{h_{\min}}$ , rechercher expérimentalement la fréquence centrale  $f_0$  du filtre en faisant varier la fréquence  $f_e$  et en notant la méthode utilisée. Relever l'amplification du filtre pour cette fréquence.
- pour  $f_h = f_{h_{\max}}$ , recommencer le même travail.

**Conclusion :** le filtre sélectif associé au convertisseur tension / fréquence permettra-t-il de sélectionner les fréquences des composantes sinusoïdales du signal DTMF ?



## 2) Sélection des composantes du signal DTMF à l'aide du filtre sélectif.

Reprendre la maquette génération de signaux DTMF et choisir la même ligne et la même colonne branchée sur Vss que pour la partie A.

On impose au filtre sélectif :

- sur son entrée horloge, le signal  $h(t)$  délivré par le VCO de fréquence  $f_h$ .
- sur son entrée le signal DTMF  $v(t)$  délivré par la maquette « génération DTMF ».

En partant de la position minimale du potentiomètre ( $f_h = f_{h_{\min}}$ ) et en faisant progressivement tourner celui-ci, visualiser  $v(t)$  et le signal de sortie du filtre  $s(t)$ .

On note  $s_1(t)$  la première composante sinusoïdale présente en sortie du filtre sélectif. Récupérer les deux paramètres fréquence ( $f_1$ ) et valeur efficace ( $S_1$ ) de  $s_1(t)$ .

Faire de même avec la seconde composante sinusoïdale présente en sortie du filtre sélectif et  $f_2$  et  $S_2$ .

En déduire les valeurs de  $V_1$  et  $V_2$ .

Vérifier la cohérence des résultats obtenus dans les deux études.