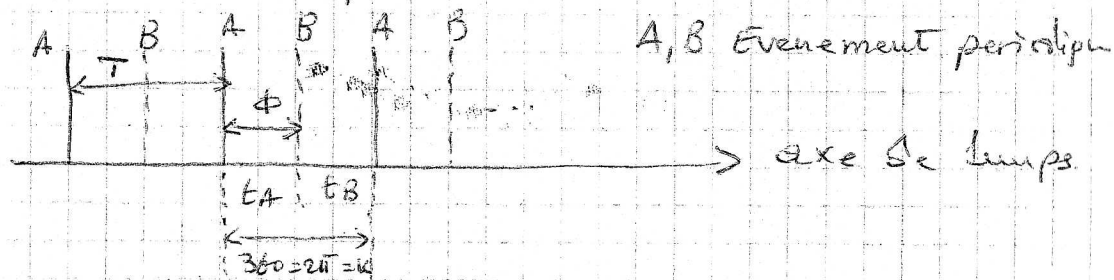


# Mesure de déphasage (Les phasemètres)

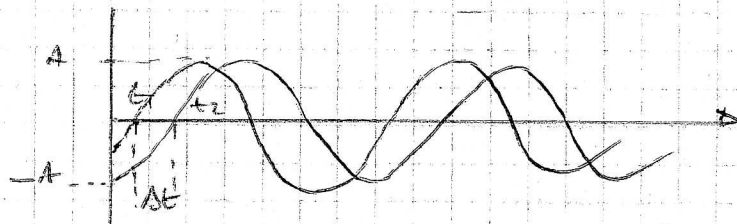
1

Le phase est une mesure relative au temps séparant deux événements périodiques, le déphasage est donné par l'expression suivante :

$$\Phi = K \cdot \frac{t_A - t_B}{T}$$



Pour deux signaux sinusoïdaux le déphasage détermine le temps séparant l'arrivée de ces deux signaux périodiques de même période (fréquence) à un point de référence par exemple l'axe des temps.



$$\Delta t = t_2 - t_1$$

$$s_1 = A_1 \sin(\omega t - \varphi_1)$$

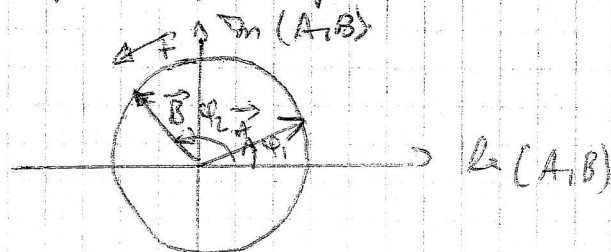
$$s_2 = A_2 \sin(\omega t - \varphi_2) \quad A_1 = A_2 = A$$

et  $\Phi = \varphi_2 - \varphi_1$  correspondant au déphasage en temps  $\Delta t = t_2 - t_1$

si on représente les signaux par des vecteurs  $s_1 = \vec{A}$ ,  $s_2 = \vec{B}$

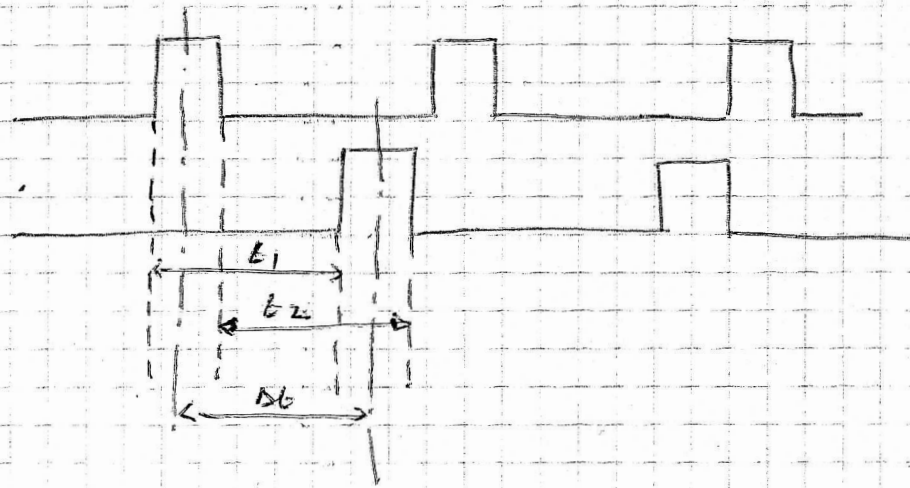
on peut écrire  $\vec{A} = \text{Re} \vec{A} + j \text{Im} \vec{A}$ ,  $\vec{B} = \text{Re} \vec{B} + j \text{Im} \vec{B}$

sur un plan complexe on représente les deux vecteurs comme étant :



la différence de phase (de phase)  $\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1$  exprimé en unité d'angle le déphasage entre les deux vecteur  $\vec{OA}$  et  $\vec{OB}$

Pour les signaux non sinusoïdaux on a pas de règle générale qui définissent le déphasage, par exemple pour les signaux de forme impulsionnelle, on peut définir le déphasage comme étant la différence en temps entre les fronts montant des deux signaux  $\oplus$  la différence de leur front descendant. sur 2 c'est la valeur moyenne des différences



$$\Delta t = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

$t_1 =$  Diff entre front montant  
 $t_2 =$  " " " " descendant

En affectant à chaque intervalle un déphasage

$t_1 \rightarrow \phi_1$  et  $t_2 \rightarrow \phi_2$  il en résulte un déphasage moyen  $\phi = \frac{\phi_1 + \phi_2}{2}$

Dans le cas général on peut définir le déphasage entre deux signaux représentés par la série de Fourier comme étant le déphasage entre leurs premières harmoniques

$$s_1 = \sum_{n=0}^{\infty} C_{1n} \sin(\omega_n t - \phi_{1n})$$

$$s_2 = \sum_{n=0}^{\infty} C_{2n} \sin(\omega_n t - \phi_{2n})$$

le déphasage entre ces deux signaux en donne par

$$\phi_{(s_2, s_1)} = \phi_{(h_2, h_1)} = \phi_{21} - \phi_{11}$$

la réalisation pratique de ce dernier cas est difficile et introduit beaucoup d'erreur

## Differente methode de mesure du dephasage. (3)

1- Methode (classique).

1- Methode electromagnetique.

cette methode nous directement le facteur de puissance  $\cos \varphi$  qui est egal a  $P/UI$ ,  $\varphi = \text{Arcos } P/UI$ .

2- Methode utilisant 1 Wattmetre, 1 Voltmetre, 1 Ampere metre  
à l'inverse de la methode precedente on mesure a l'aide de chaque appareil  $P, U, I$  puis on effectue le calcul.

3- Methode vectorielle:

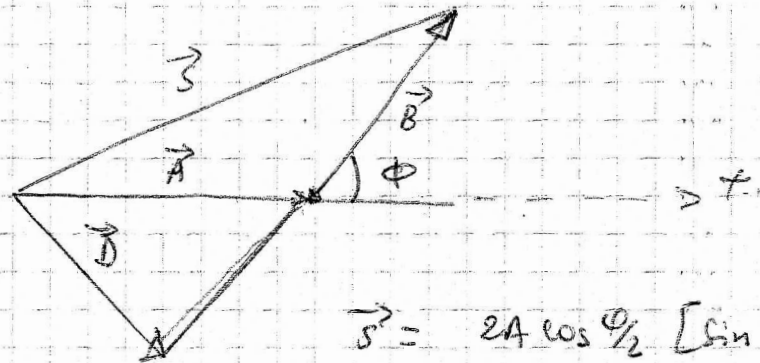
Les deux signaux d'entree  $S_1$  et  $S_2$  sont representes par des vecteur  $\vec{A}$  et  $\vec{B}$  par exemple:

$$S_1 = \vec{A} = |A| \sin \omega t \text{ et } S_2 = \vec{B} = |B| \sin(\omega t + \varphi). \quad (|A| = |B| = A)$$

le dephasage est donne par la formule suivante:

$\Phi = 2 \text{ Arctg } \frac{|\vec{D}|}{|\vec{S}|}$  ou  $|\vec{D}|$  represente la valeur absolue de la difference de entre les deux vecteur et  $|\vec{S}|$  la valeur absolue de la somme.

$$|\vec{D}| = |\vec{A} - \vec{B}| \text{ et } |\vec{S}| = |\vec{A} + \vec{B}|.$$



$$\vec{S} = 2A \cos \varphi/2 [\sin(\omega t + \varphi/2)]$$

$$\vec{D} = 2A \sin \varphi/2 [\cos(\omega t + \varphi/2)]$$

4

#### 4 - Méthode utilisant l'oscilloscope

A l'aide de l'oscilloscope double trace on mesure le déphasage en temps ou en unité d'angle entre les signaux injectés aux entrées CH1 et CH2. on a l'aide des figures de Lissajous en mode X/Y

mais actuellement il existe des méthodes électroniques modernes. Les méthodes utilisées s'appellent les phase-mètres impulsionsnels.

$$\sin \phi = \frac{AB}{BB'}$$



#### 5. Phase-mètre impulsionsnel

Les méthodes déjà exposées sont des méthodes classiques, incapable de nous donner une précision scientifique considérable, la méthode impulsionsnelle est une méthode réalisée pratiquement par des dispositifs électroniques suivant le schéma synoptique de la figure.

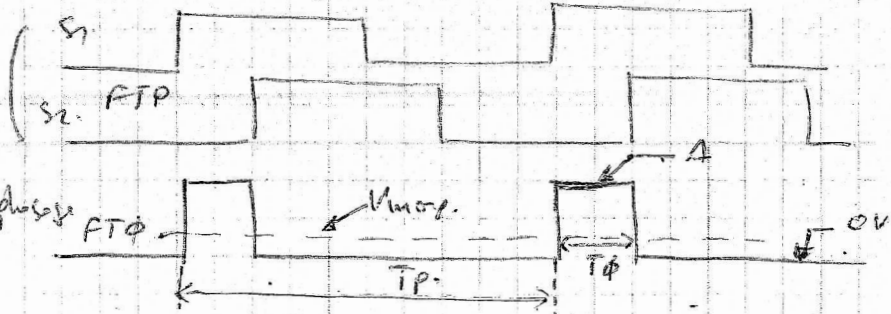


Cette méthode a beaucoup d'avantages, elle a une bonne précision; lecture du déphasage directement, et comme avec les manipulations de laboratoire, on distingue suivant l'affichage deux types phase-mètre analogique et phase-mètre numérique (tout numérique impulsionsnel).

##### 5.1 Phase-mètre analogique (impulsionsnel)

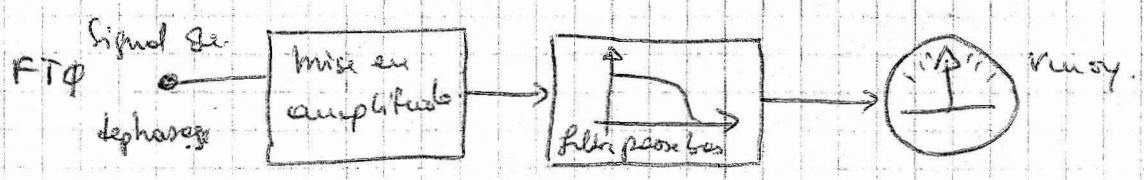
Le déphasage est donné directement sous forme de tension moyenne (proportionnelle au déphasage)

après mise en forme



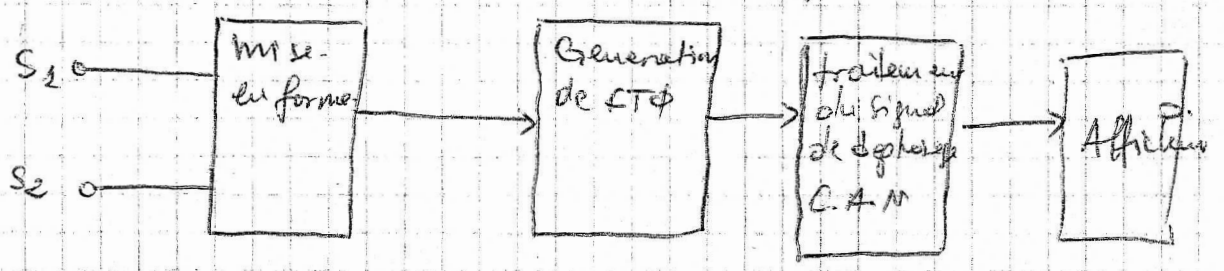
Cette tension moyenne qui exprime dans notre cas le déphasage  $\phi$  est donnée par  $V_{moy} = \frac{T\phi}{T\phi} \cdot A$

ou  $A = V_{max}$

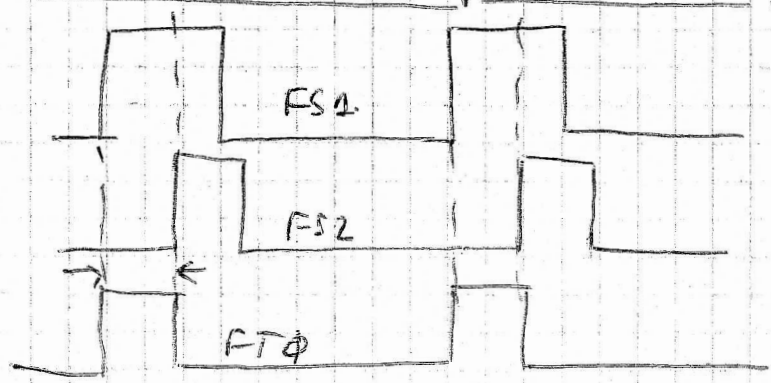


Phase metre numérique.

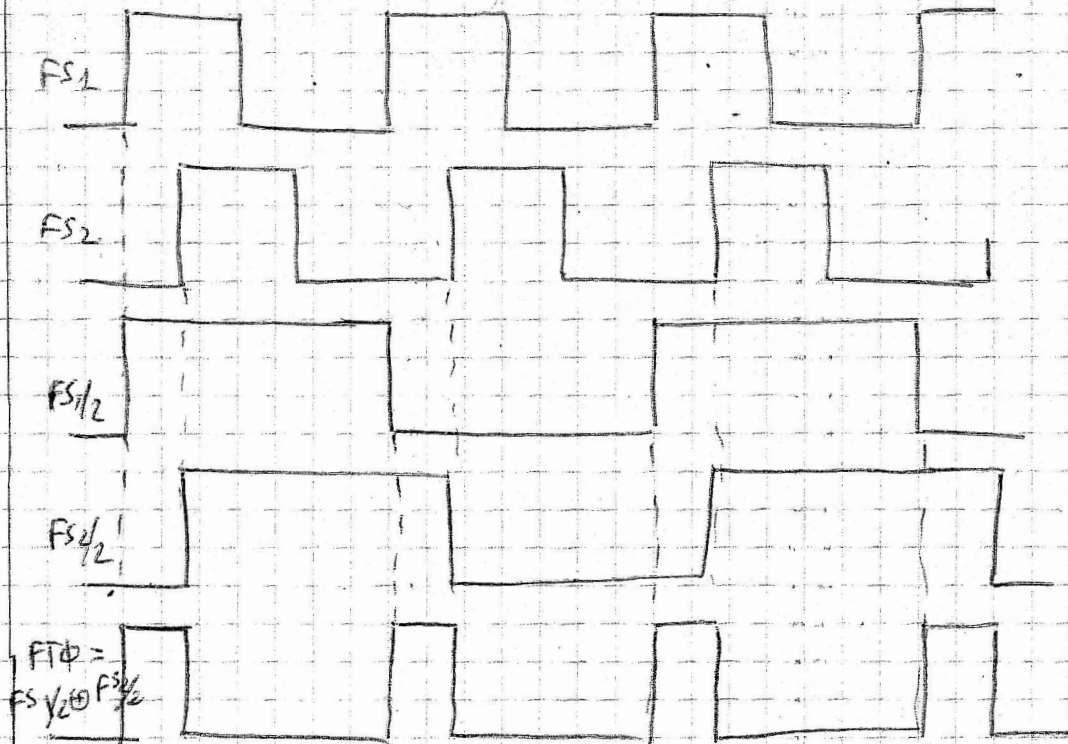
Ce type nous présente directement le résultat de mesure sans forme numérique, c'est que la tension à la sortie du filtre passe bas est convertie en une valeur numérique à l'aide d'un C.A.D puis affichée



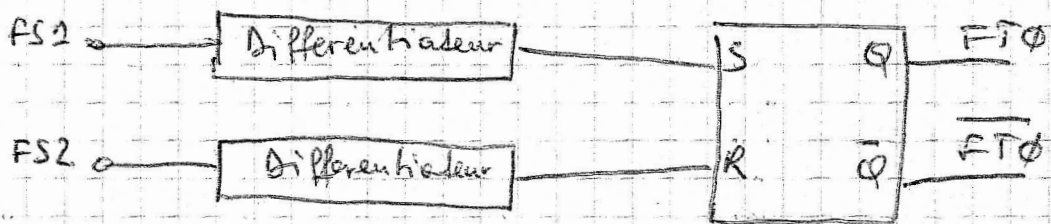
Génération de l'impulsion de déphasage : FTφ



Les méthodes dont nous exposons la première en utilisant  
un  $\oplus$  (ex-OR)

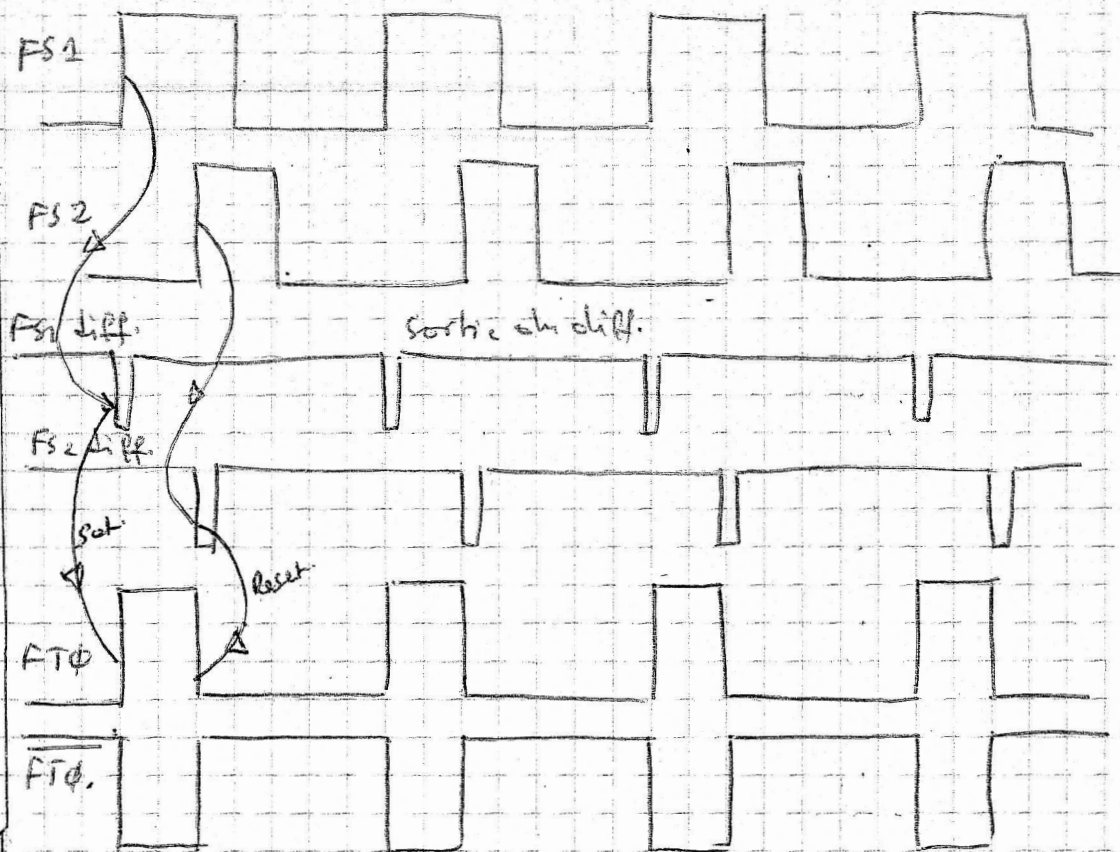


A la sortie du ou exclusif  $\oplus$  on peut avoir  $FT\Phi$  dont  
le principe est expliqué par le schéma de la figure  
- la deuxième en utilisant une bascule R-S  
le schéma utilisé est donné par la figure suivante :



L'étape de différenciation peut être réalisée de  
toute manière

⌘



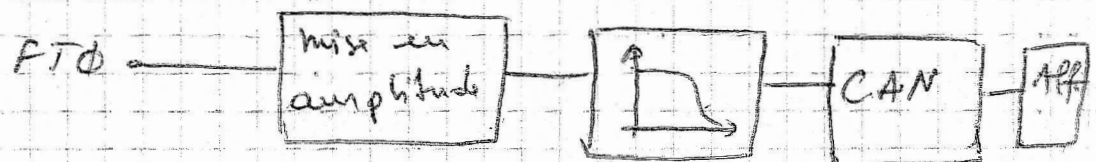
### traitement du signal de déphasage:

- deux méthodes sont proposées

1 - méthode utilisant un convertisseur analogique numérique.

2 - méthode utilisant le comptage et le traitement numérique.

① - Après le filtre passe bas le signal continu:



de valeur  $V_{moy} = \frac{T\phi}{T_P} \cdot A$  est convertie de la manière suivante.

