

## Voltmetre électronique :

1

Parmi les appareils de mesure des grandeurs électriques, voltmetre est le plus souvent utilisé en pratique.

on peut mesurer à l'aide d'un voltmetre

- courant, résistance, fréquence, déphasage entre deux signaux.

Caractéristique essentielle d'un voltmetre électroniques sont :

- 1- Étendue ou gamme de fréquence mesure
- 2- la 'forme de tension à mesurer' 

}	continue : alternative,
	sinusoidal RF, HF
	forme quelconque
- 3- L'impédance d'entrée
- 4- la précision de mesure
- 5- Résolution de mesure { soit pouvoir détecter le plus faible changement de la tension d'entrée }
- 6- de plus pour les voltmetres à tension alternatives on a la plage de fréquence.
- 7- le type de valeur mesurée { moyenne, efficace, crête }

et valeur indiquée { moyenne, efficace, crête }

8 - temps de répétition

9 - nombre de digits

D'après la plage de fréquence et la forme de la tension à mesurer on distingue les voltmetres :

- 1 - Voltmètres à tension continue  $\bar{V}$
- 2 - à tension alternative de forme sinusoïdale BF à HF (à large bande (cod non sélectif)).
- 3 - à tension alternative de forme quelconque (bruit sinusoïde déformée)
- 4 - à tension alternative mais sélectif (à bande étroite)

Du point de vu. affichage et méthode de mesure on peut diviser tout les voltmètres en deux group fondamentaux.

- 1 - Voltmètres analogique
- 2 - " numérique.

## Propriétés des voltmètres électroniques

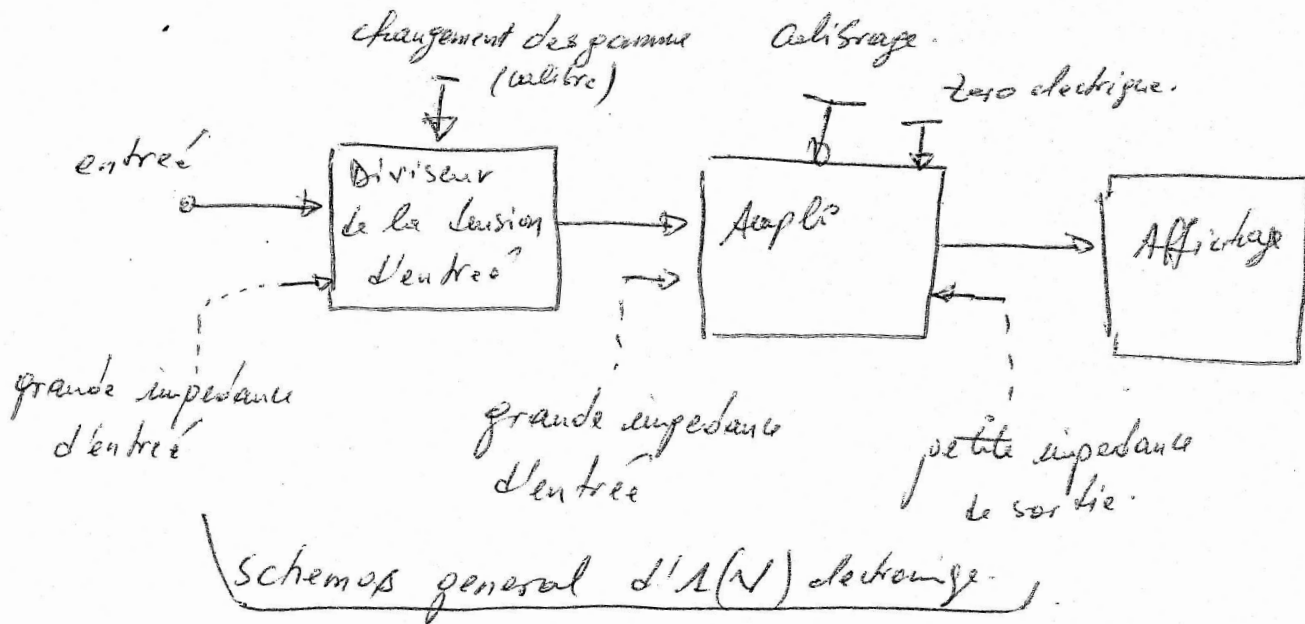
Les voltmètres électronique ont les mêmes avantage par rapport aux voltmètres ~~classique~~ classiques comme tout les appareil électroniques de mesure.

- 1 - plus grande impédance d'entrée
  - 2 - plus large bande de mesure.
  - 3 - plus haute précision de mesure.
  - 4 - plus large plage de fréquence.
- de plus les voltmètres numériques ont tout les avantages caractérisant la technique numérique de mesure (lecture directe, vitesse de fonctionnement, possibilité de transmission et traitement de mesures)

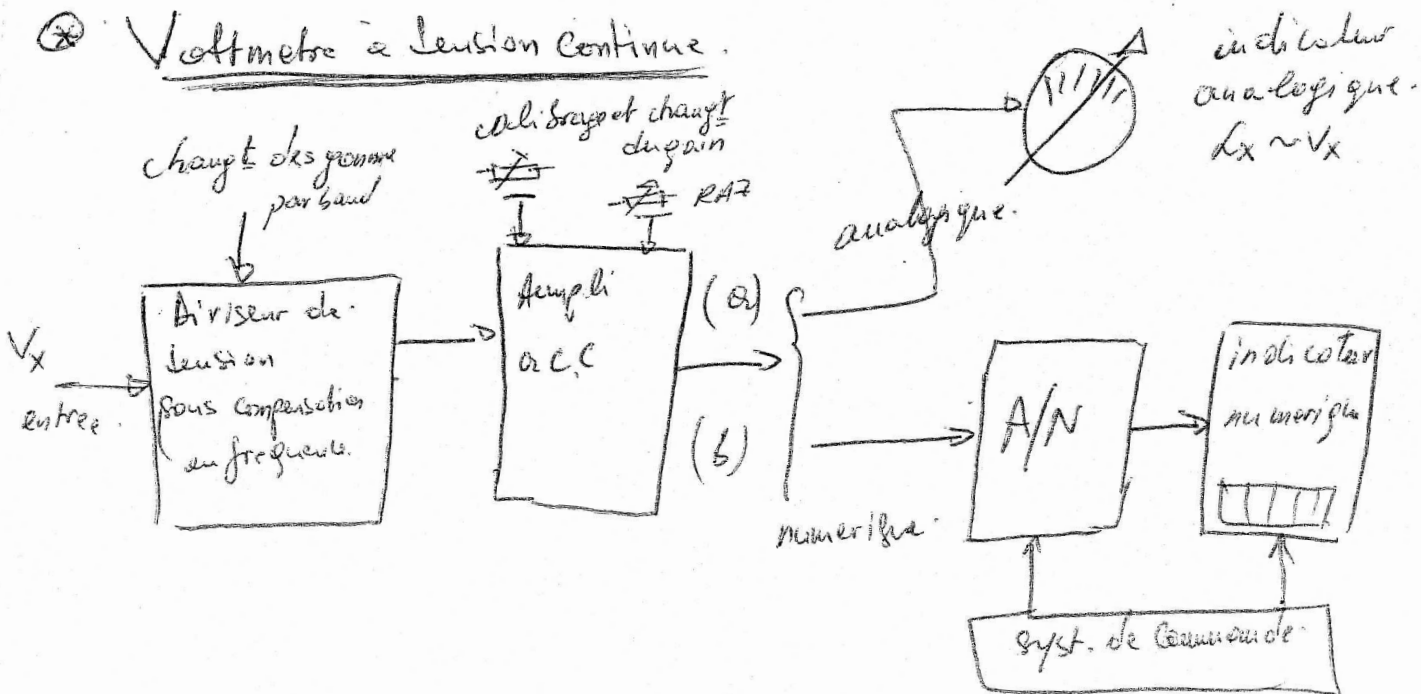
# Structure des Voltmètres

(3)

Chaque voltmetre électronique contient un ampli<sup>er</sup> grace auquel on augmente l'impedance d'entree, augmentation de la sensibilité de mesure, amelioration de la precision de mesure et elargissement de la bande de frequenc; il contient aussi un diviseur de la tension de sortie d'entree qui partage l'etendu de mesure en plusieurs gammes (calibres). en fin chaque voltmetre possede un dispositif d'affichage

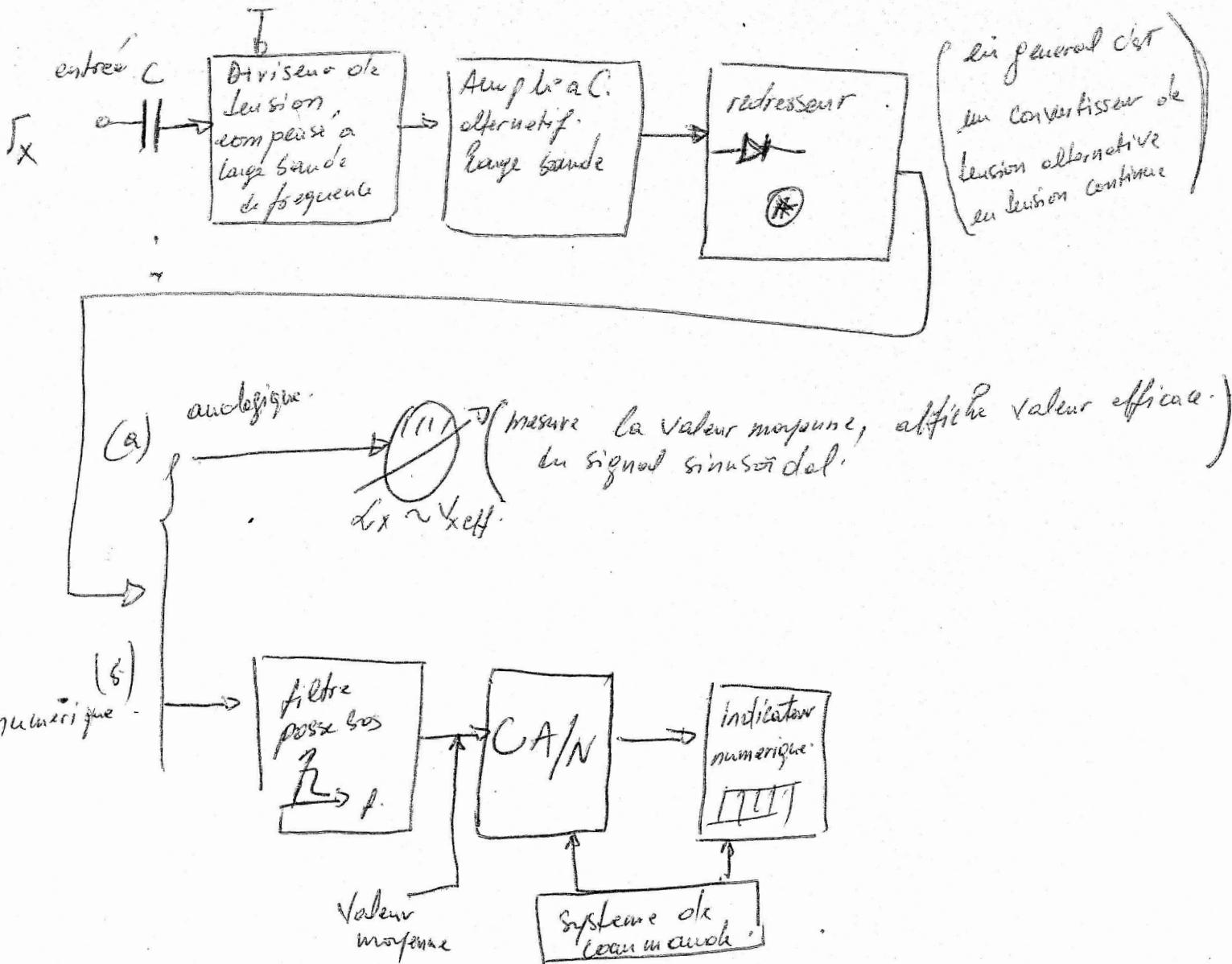


## ⊗ Voltmetre à tension continue.



# ⊗ Voltmètres à tension alternative :

Changement de gamme



La tension d'entrée traverse la capacité  $C$ , qui bloque les composantes continues. ensuite parvient le diviseur de tension qui doit être dans le cas compensé en fréquence (comme une sonde passive) pour obtenir la même division dans une large bande de fréquence. Le diviseur ramène la valeur de la tension d'entrée à une autre valeur qui se trouve dans la plus petite gamme de mesure.

Après amplification nécessaire, la tension amplifiée est redressée et on mesure sa valeur moyenne : soit directement par un appareil à aiguille, soit après un filtre passe bas pour le système numérique.

qui contient un CA/V et indicateur numérique.

(5)

l'indication de l'afficheur est presque toujours donnée en valeur efficace de la tension sinusoïdale

$$V_{\text{affichée}} = V_{\text{eff}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} V_{\text{moy}} = 1,107 V_{\text{moy}}$$

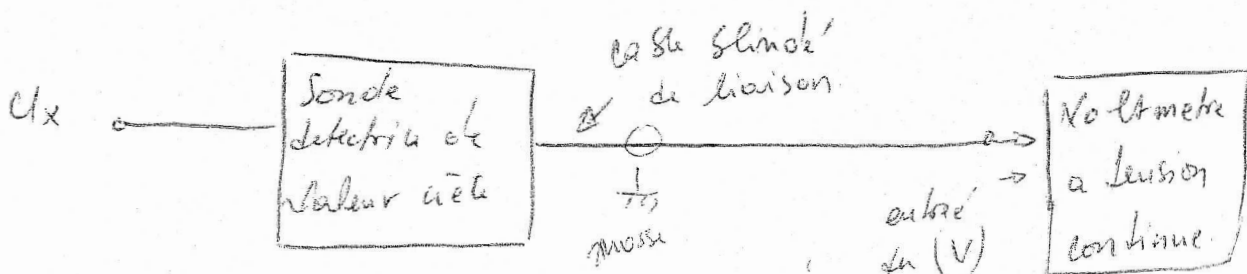
$$\begin{aligned} V_{\text{eff}} &= \frac{V_{\text{noy}}}{\sqrt{2}} \\ \frac{V_{\text{max}}}{\sqrt{2}} &= \frac{\pi}{2\sqrt{2}} V_{\text{moy}} \\ V_{\text{moy}} &= \frac{2}{\pi} V_{\text{max}} \end{aligned}$$

→ redresse

Remarque Si on mesure une tension de forme sinusoïdale cette relation doit être prise en considération  
est la lecture doit être divisée par 1,107 si on veut connaître la valeur moyenne de la tension d'autres redresse.

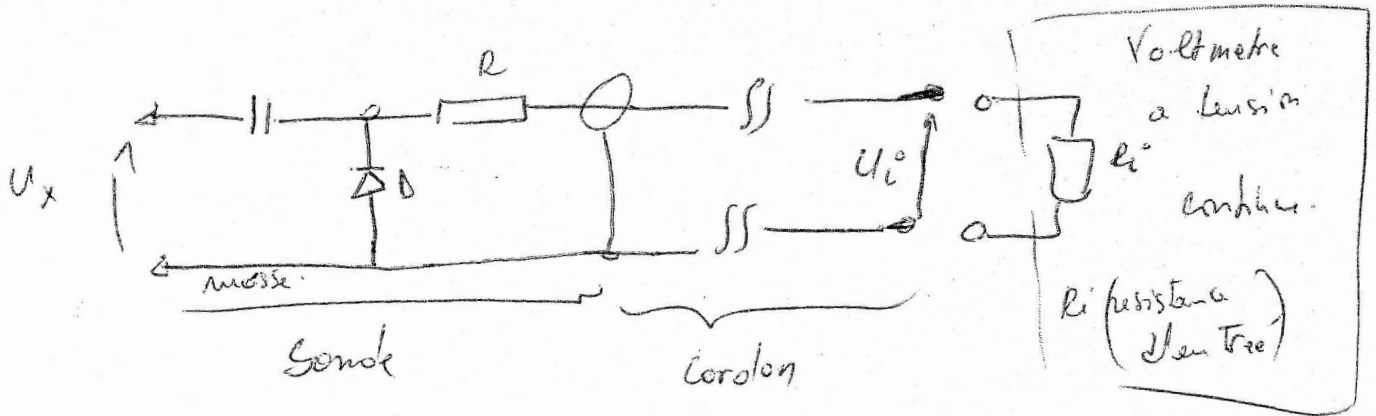
la plage de fréquence du voltmètre alternatif s'étend entre  
(99 Hz → 99 MHz)

\*) Dans les voltmètres à tension alternative de fréquence plus haute HF  
On utilise souvent une sonde de lecture de valeur crête, cette sonde est raccordée à l'aide de câble blindé directement à l'entrée d'un voltmètre électronique à tension continue.



⊗ Mesure de tension alternative à l'aide d'un voltmètre à tension continue par intermédiaire d'une sonde sélectrice de valeur  $U_i$

cette sonde est équipée d'une diode  $D$  et une capacité  $C$  faisant fonction de valeur  $U_i$ .



• si on néglige la charge résistive de la diode  $D$

$$U_D(\text{moy}) = U_x(\text{crête})$$

cette relation est valable si la résistance  $R + R_i$  vu de la borne de la diode et la capacité  $C$  remplissent l'inégalité suivante

$C(R + R_i) \gg T_p(\text{min})$  ou  $T_p$  la période de la tension à mesurer [car le réseau RC n'intègre pas et ne dérive pas ; transparent].

à l'entrée du voltmètre on a la tension moyenne.

$$U_{i(\text{moy})} = \frac{R_i}{R + R_i} U_{D(\text{moy})} = \frac{R_i}{R + R_i} U_x(\text{crête})$$

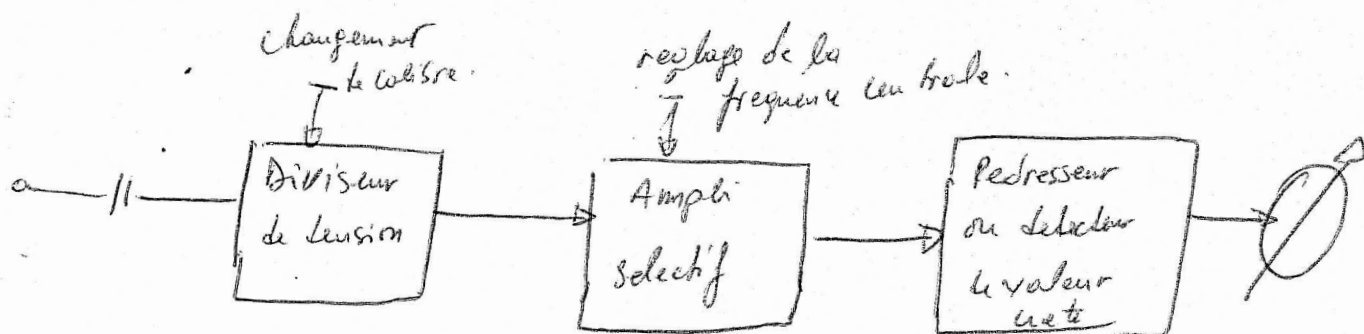
qui est mesuré directement.

Si on choisit  $\frac{R_1}{R+R_1} = \frac{1}{\sqrt{2}}$  on obtient la lecture (7)

de tension à mesurer  $U_x$  et donne la valeur efficace de la tension de forme sinusoïdale

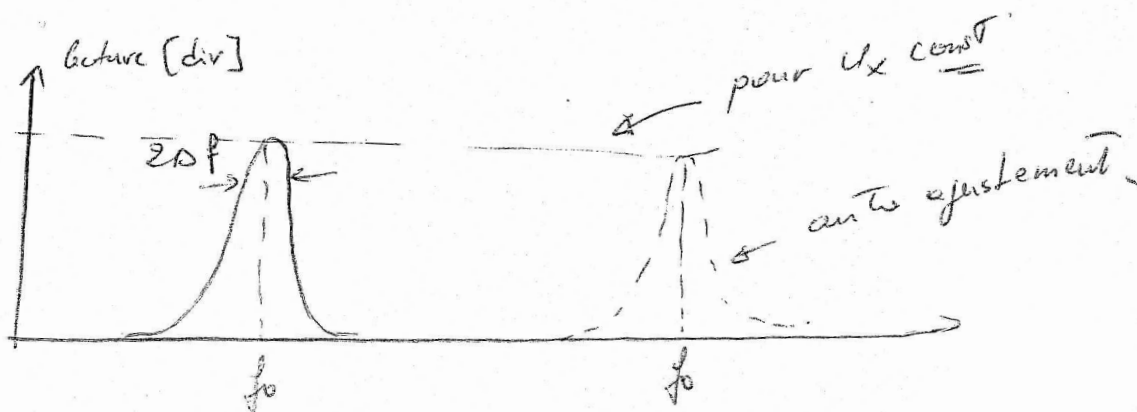
## ⊗ Voltmètres sélectifs

Le schéma synoptique d'un tel voltmètre est le suivant :



Le voltmètre sélectif a dans son schéma un ampli sélectif réglable en fréquence qui exige une sélectivité assez grande, et que la sensibilité du voltmètre soit la même pour toute la fréquence (d'ajustement).

La réponse en fréquence d'un voltmètre sélectif est



- Différents valeurs de tension

(7)

$$V_{\text{moy}} = \frac{1}{T} \int_0^T U dt$$

$$\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} U_{\text{max}} \cos \omega t dt$$

$$\frac{1}{2\pi} [U_{\text{max}} \sin \omega t]_0^{2\pi}$$

$$\frac{1}{2\pi} [U_{\text{max}} - 0]$$

pour une tension alternative

$$U_{\text{moy}} = 0$$

on utilise la valeur eff pour la tension alternative.

$$U_{\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2 dt}$$

$$U_x = U_x^{\text{const}} + U_{\text{alternative}}$$

$$U_{x\text{eff}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (U_x + U_x)^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \left[ \int_0^T U_x^2 dt + 2 \int_0^T U_x U_x + \int_0^T U_x^2 dt \right]}$$

$$\Rightarrow U_{x\text{eff}} = \sqrt{U_x^2 + U_{x\text{eff}}^2}$$

Méthode de mesure des valeurs efficaces

pour la tension sinusoïdale on peut mesurer la valeur efficace à partir de la valeur max, ou des valeur moyenne.

$$u_i = U_{\text{max}} \sin \omega t \Rightarrow U_{\text{moy}} = 0$$

avec redressement  $U_{\text{moy}} = \frac{2U_{\text{max}}}{\pi}$  cela correspond à la

$$\text{Valeur eff. } U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \left\{ \begin{array}{l} U_{\text{eff}} = U_{\text{moy}} \cdot \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = U_{\text{moy}} \cdot 1,1107 \\ U_{\text{eff}} = \frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}} \end{array} \right.$$



$$u = \sum_{k=0}^{\infty} C_k \sin(\omega_k t + \varphi_k)$$

(9)

la valeur initiale =  $C_0 \sin \varphi_0$  est continue.

$$C_0 \sin \varphi_0 = \frac{1}{T} \int_0^T u dt$$

donc il suffit de filtrer (filtre passe bas) toute les harmoniques.

$1^{re} \rightarrow$  moyenne (D) et reste la composante continue.

qui est la valeur moyenne.

(filtrage des composantes alternatives) par ce dispositif

précédent  $\Rightarrow u_{x, moy} = \left( \sum_{k=0}^{\infty} C_k \sin(\omega_k t + \varphi_k) \right)_{moy} = C_0 \sin \varphi_0$