

# Montage n° 25 : Mesures de fréquences temporelles

## I. Mesure par comptage ne marche + si signal bruité ou $\ll$

### \* Base de temps de référence



Horloge à quartz de  $10^2$

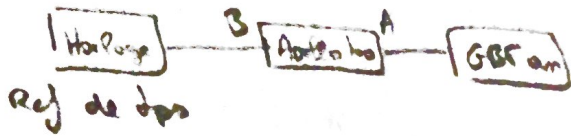
Stabilité :  $10^{-7}$  → des 2 horloges

Erreur systématique :  $69 \mu s$  → on peut la corriger

Facteur de qualité :

on peut aussi corriger la température

### \* Principe du comptage :



Ref de temps

$$f = 10 \text{ Hz} \quad N = 10 \pm 1$$

$$f = 10 \text{ kHz} \quad N = 10003 \pm 1$$

$$f = 1 \text{ MHz} \quad \text{Stabilité : } 10^{-5}$$

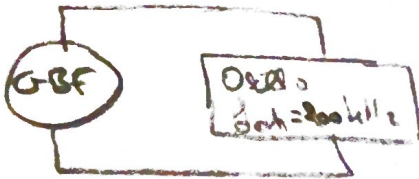
sché TTL (0 à 5V)

Les GSF analogiques sont moins stables que l'horloge.

traces > 0

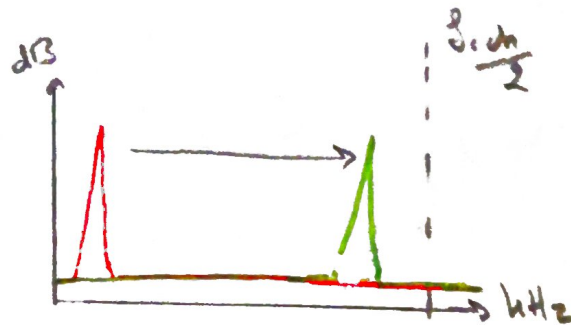
## II. Mesure par analyse spectrale

### \* Critère à respecter



$$f = 10 \text{ kHz}$$

$$f = 20 \text{ kHz}$$

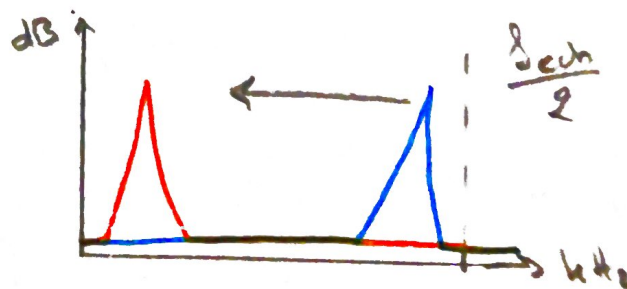


m phénomène  
si on modifie Tech  
(Tech 1)

le bon réglage  
 $f_{\text{ech}} \approx 4 f_{\text{osc}}$

$$f = 110 \text{ kHz}$$

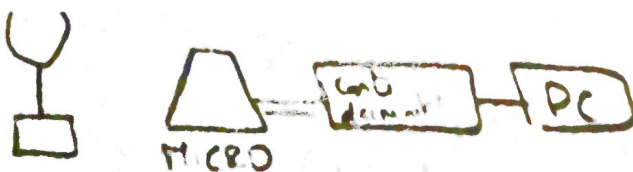
$$f = 130 \text{ kHz}$$



Repliement du spectre (ordre 1).

Critère de Shannon :  $f_{\text{ech}} > 2 f_{\text{max}}$

### \* Résolution du spectre :



$$T_{\text{ech}} = \frac{1}{f_{\text{ech}}} = 63 \mu s$$

$$\text{Résolution } \Delta f = \frac{f_{\text{ech}}}{N}$$

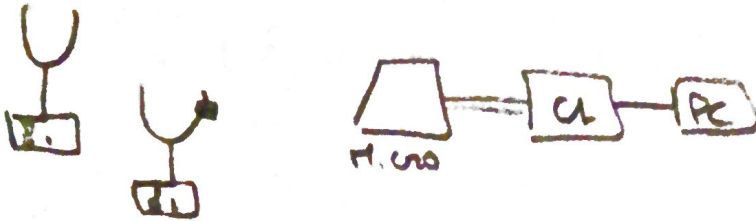
$N = \text{nb de pt}$

N	512	2048	8192
$\Delta f$ (Hz)	45,4	11,4	2,8
$f$ (Hz)	455,0	442,7	440,0

Résolution du spectre

+ on  $\nearrow$  le  $\Delta f$  d'observation plus on a une bonne résolution

### III. Mesure par battements



par analyse de sources :

$$f_2 = 423,0 \text{ Hz}$$

$$f_1 = 440,0 \text{ Hz}$$

Diapason  $\rightarrow$  largeur spectrale observer la dérivée du signal.

$$2T_{\text{battements}} = 243,2 \text{ ms} \Rightarrow f_{\text{batt}} = 8,22 \text{ Hz}$$

$$10T_{\text{osc}} = 23,61 \text{ ms} \Rightarrow f_{\text{osc}} = 423,5 \text{ Hz}$$

$$f_1 = f_{\text{osc}} + f_{\text{batt}} = 431,7 \text{ Hz}$$

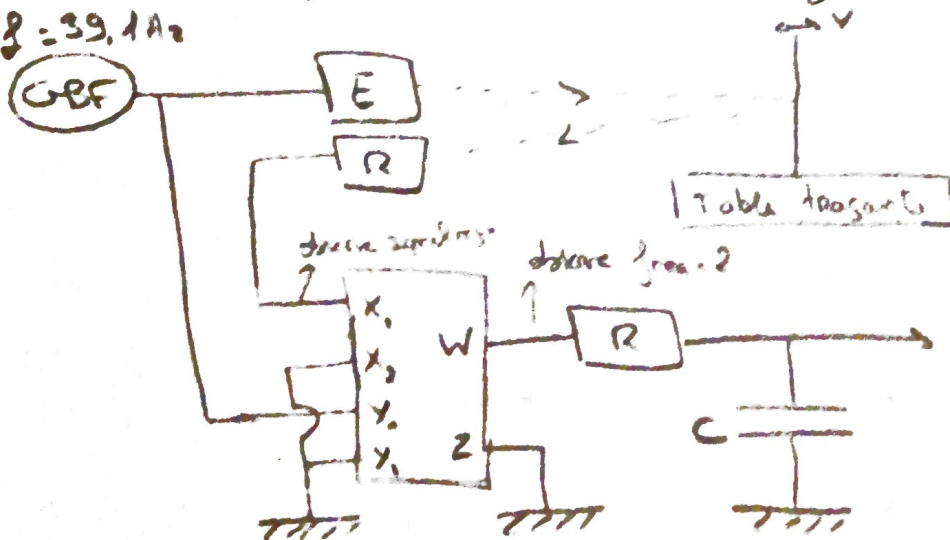
$$f_2 = f_{\text{osc}} - f_{\text{batt}} = 415,3 \text{ Hz}$$

$$f_1 - f_2 = 20 \text{ Hz}$$

batt  $\approx 2\%$   $f_{\text{osc}} = \frac{20}{20} \approx 1\%$   
incertitude

### IV. Mesure par translation de fréquence

$$f = 39,1 \text{ kHz}$$



$$R = 50 \Omega$$

$$C = 1 \mu\text{F}$$

observer  $\rightarrow$  de fréquence  $\Delta f$

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{20}{40} \approx 5 \cdot 10^{-4}$$

Effet Doppler :  $v = \frac{c \Delta f}{2f}$   
 $c = 340 \text{ m/s}$   $f = 40 \text{ kHz}$

$$\Delta f \approx 1,2 \text{ Hz}$$

$\rightarrow$  GCF avec de 40 Hz de

+ vitesse connue de  $\Delta f$  est été effectuée

$$v = 5,5 \pm 0,1 \text{ mm/s}$$

Rate photoélectronique :

$$v = 5,62 \pm 0,02 \text{ mm/s}$$