



ROYAUME DU MAROC
MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION
NATIONALE
Académie de Casablanca
DÉLÉGATION DE MOHAMMEDIA
Lycée Technique Mohammedia



Matière :	Science de l'Ingénieur - A.T.C -	Pr.MAHBAB
Section :	Sciences et Technologies Électriques	Systeme n° 4

CORRECTION

❖ **Sujet :**

SYSTEME D'IRRIGATION

06 pages

❖ **Exercices d'application:**

- ◆ Fiche cours n° 17 « *Les C.A.N* »
- ◆ Fiche cours n° 18 « *Caractéristiques des convertisseurs* »
- ◆ Fiche cours n° 19 « *Le C.A.N interne du 16 F 877* »
- ◆ Fiche cours n° 20 « *Les Filtres* »

06 pages

❖ **4 TD:**

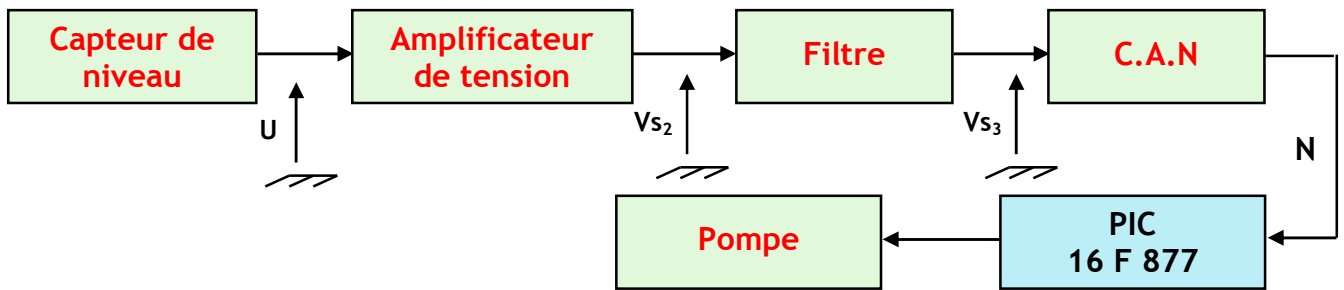
- ◆ TD n° 7 « *Etude d'un filtre* »

03 pages

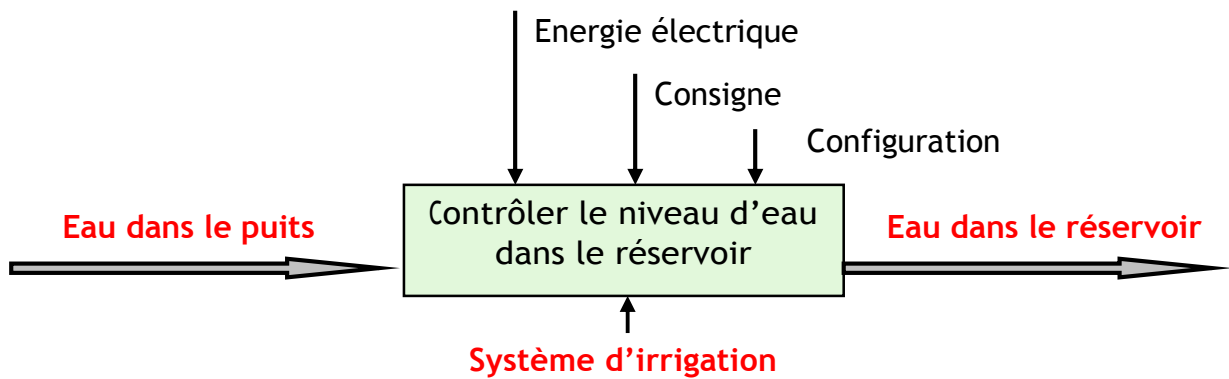
DREP 01

CORRECTION

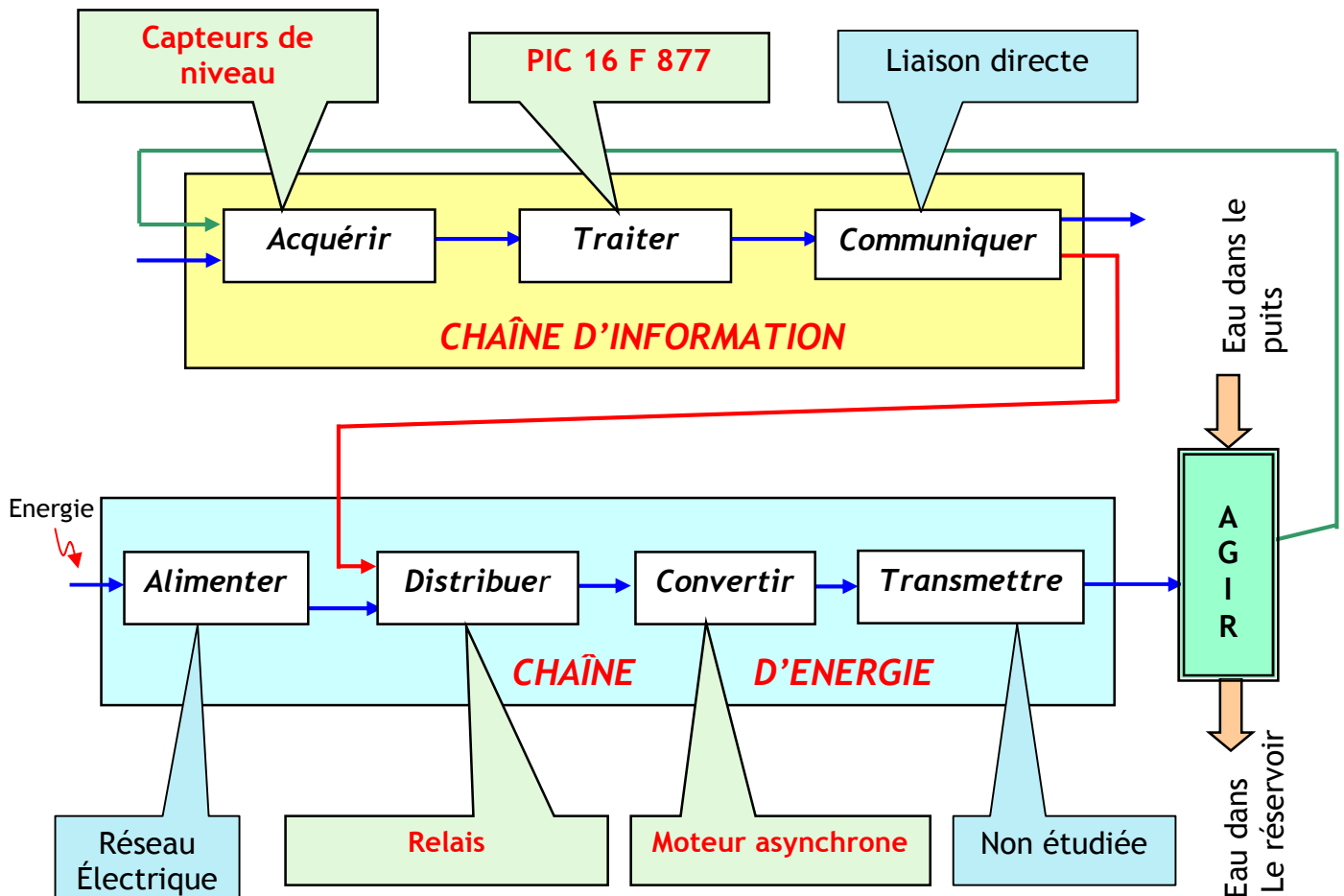
Schéma synoptique du système (à compléter)



L'actigramme A-0 (à compléter)



Identification des solutions constructives



DREP 02

CORRECTION

Etude de la sonde de pression

1. Calculer les coefficients a et b.

$$a = \Delta P / \Delta i = (250 - 0) / (20 - 4) = 15,625 \text{ mbar} / \text{mA}$$

$$P(i) = a \cdot i + b \quad P(4) = 15,625 \times 4 + b = 0$$

$$b = -15,625 \times 4 = -62,5 \text{ mbar} \text{ donc } P(i) = 15,625 \cdot i - 62,5 \text{ mbar}$$

2. Exprimer i en fonction de L.

$$P(\text{Pascal}) = \rho \times g \times L = 1000 \times 9,81 \times L = 9810 \times L$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pascal} \quad 1 \text{ Pascal} = 10^{-5} \text{ bar} = 10^{-5} \times 10^3 \text{ mbar} = 10^{-2} \text{ mbar}$$

$$P(\text{mbar}) = 9810 \times 10^{-2} \times L \quad P(\text{mbar}) = 98,10 \times L$$

$$P(\text{mbar}) = 98,10 \times L = 15,625 \cdot i - 62,5$$

$$i(\text{mA}) = (98,10 / 15,625) \times L + 62,5 / 15,625 = 6,28 \times L + 4$$

3. Calculer la valeur maximale de la charge R.

$$\text{Charge Max} = (U_B - 12) / 0,02 \text{ A} = (24 - 12) / 0,02 \text{ A}$$

$$\text{Charge Max} = 600 \Omega$$

4. Donner l'expression de V en fonction du niveau en m, pour $R_{\text{charge}} = 180 \Omega$.

$$V = R \cdot i = (6,28 \times L + 4) \cdot R = 1130,4 \times L + 720 \text{ mV}$$

5. En déduire la sensibilité du montage $s = dV / dL$ en mV/cm.

$$s = dV / dL = 1130,4 \text{ mV/m} = 11,3 \text{ mV/cm}$$

Etude de l'amplificateur

1. Donner l'expression de V_{s1} en fonction V.

$$V^- = V \quad V^+ = V_{s1} \times R_1 / (R_1 + R_2)$$

$$V_{s1} = V \times (R_1 + R_2) / R_1$$

2. En déduire l'expression de V_{s1} en fonction de L (le niveau dans le réservoir).

$$V_{s1} = V \times (R_1 + R_2) / R_1$$

$$V_{s1} = (1130,4 \times L + 720) \times (R_1 + R_2) / R_1 \quad (\text{mV})$$

3. Calculer R_2 pour avoir une sensibilité de 20mV/Cm

$$s = dV_{s1} / dL = 11,30 \times (R_1 + R_2) / R_1 = 20 \text{ mV/Cm}$$

$$20 \times R_1 = 11,30 \times (R_1 + R_2) \quad 20 \times R_1 - 11,30 \times R_1 = 11,30 \times R_2$$

$$8,7 \times R_1 = 11,30 \times R_2 \quad R_2 = 8,7 \times R_1 / 11,30 \quad R_2 = 0,77 \text{ K} \Omega$$

4. Donner l'expression de V_{s2} en fonction de V_{s1} et E

$$V^- = (E \times R_3 + V_{s2} \times R_3) / (R_3 + R_3) \quad V^- = (V_{s2} + E) / 2$$

$$V^+ = V_{s1} \times R_3 / (R_3 + R_3) \quad V^+ = V_{s1} / 2$$

$$V^+ = V^- \quad V_{s1} / 2 = (V_{s2} + E) / 2$$

$$V_{s1} = V_{s2} + E \quad V_{s2} = V_{s1} - E$$

5. Quelle est la valeur de la tension E pour avoir $V_{s2} = 20 \cdot L$ (mV)

$$V_{s2} = V_{s1} - E \quad V_{s2} = (20 \cdot L + 720 \times (R_1 + R_2) / R_1) - E$$

$$E = 720 \times (R_1 + R_2) / R_1 \quad E = 720 \times (10 + 7,7) / 10$$

$$E = 1,77 \times 720 \quad E = 1274,4 \text{ mV} = 1,27 \text{ V}$$

DREP 03

CORRECTION

6. Compléter le tableau suivant -tableau 1-

L (m)	V (mV)	Vs ₁ (mV)	Vs ₂ (mV)
0	720	1274,4	0
1.5	2415,6	4275,612	3001,212
2	2980,8	5276,016	4001,616

Etude du filtre

1. Donner l'expression de la fonction de transfert filtre.

$$\underline{V}_{S3} = \underline{V}_{S2} \cdot \underline{Z}_C / (\underline{Z}_C + R) \quad \underline{V}_{S3} / \underline{V}_{S2} = \underline{Z}_C / (\underline{Z}_C + R)$$

$$\underline{T} = (1/jC\omega) / (R + 1/jC\omega) \quad \underline{T} = 1 / (1 + j C\omega R)$$

$$\underline{T} = 1 / (1 + j \omega / \omega_0) \quad \underline{T} = 1 / (1 + j f / f_0) \quad \text{Avec } f_0 = 1/2\pi RC$$

2. Donner l'expression du module T de \underline{T} .

$$T = |\underline{T}| = 1 / \sqrt{1 + \omega^2 / \omega_0^2} = 1 / \sqrt{1 + f^2 / f_0^2}$$

$$T = 1 / \sqrt{1 + f^2 / f_0^2}$$

3. Calculer les limites de T lorsque f tend vers 0 et lorsque f tend vers ∞ .

$$\lim_{f \rightarrow \infty} T = 0 \quad \lim_{f \rightarrow 0} T = 1$$

4. En déduire la nature du filtre.

Filtre Passe Bass

5. Donner la définition de la fréquence f_c de coupure à -3dB puis son expression pour le filtre étudié.

C'est la fréquence pour laquelle le gain diminue de 3dB $G(f_c) = G_{max} - 3$
 $f_0 = 1 / 2\pi RC$

6. Application numérique : $C_1 = 47 \mu F$, $R_3 = 1,0 k\Omega$. Calculer la fréquence de coupure et l'amplification maximale $|T_0|$.

$$T_0 = 1 \quad f_0 = 1 / (2\pi \cdot 47 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3) \quad f_0 = 3,86 \text{ Hz}$$

7. $V_{S2}(t) = V_0 + V_1 \sin(2\pi f_p t) + V_2 \sin(4\pi f_p t)$; avec $V_0 = 3V$; $V_1 = 0,1V$; $V_2 = 0,1V$ et $f_p = 50\text{Hz}$
 Pour $V_{S2}(t) = V_0$, calculer la tension $V_{S3}(t)$ correspondante.

$$|\underline{V}_{S3}| = |\underline{T}| \cdot |\underline{V}_{S2}| = V_0 / \sqrt{1 + 0^2 / f_0^2}$$

$$V_{S3}(t) = V_0 = 3v \quad \text{Arg}(\underline{V}_{S3}) = 0$$

8. Pour $V_{S2}(t) = V_1 \sin(2\pi f_p t)$, calculer l'amplitude de la tension $V_{S3}(t)$ correspondante.

$$|\underline{V}_{S3}| = |\underline{T}| \cdot |\underline{V}_{S2}| = V_1 / \sqrt{1 + f_p^2 / f_0^2} = 0.1 / \sqrt{1 + 50^2 / f_0^2}$$

$$V_{S3}(t) = 7,68 \text{ mv}$$

$$\text{Arg}(\underline{V}_{S3}) = -\text{Arctg}(50 / f_0) = -85,58^\circ$$

9. Pour $V_{S2}(t) = V_2 \sin(4\pi f_p t)$, calculer l'amplitude de la tension $V_{S3}(t)$ correspondante.

$$|\underline{V}_{S3}| = |\underline{T}| \cdot |\underline{V}_{S2}| = V_2 / \sqrt{1 + 4f_p^2 / f_0^2} = 0.1 / \sqrt{1 + 4 \cdot 50^2 / f_0^2}$$

$$V_{S3}(t) = 3,86 \text{ mv}$$

$$\text{Arg}(\underline{V}_{S3}) = -\text{Arctg}(100 / f_0) = -87,79^\circ$$

10. Pour $V_{S2}(t) = V_0 + V_1 \sin(2\pi f_p t) + V_2 \sin(4\pi f_p t)$, que pouvez vous dire de la tension $V_{S3}(t)$

$$V_{S3}(t) \approx V_1 \approx 3v$$

DREP 04

CORRECTION

Etude du C.A.N externe

1. Donner l'expression de N en fonction de V_{s3} .

$$N = (V_{s3} / V_{ref}) / (2^n - 1) \quad N = V_{s3} / K \quad \text{avec } k = V_{ref} / (2^n - 1)$$

C.A.N sur 8 bits, alors $n = 8 \rightarrow k = V_{ref} / (2^8 - 1)$
 $k = V_{ref} / 255$

2. En déduire la valeur de K la résolution du CAN.

$$k = V_{ref} / (2^8 - 1)$$

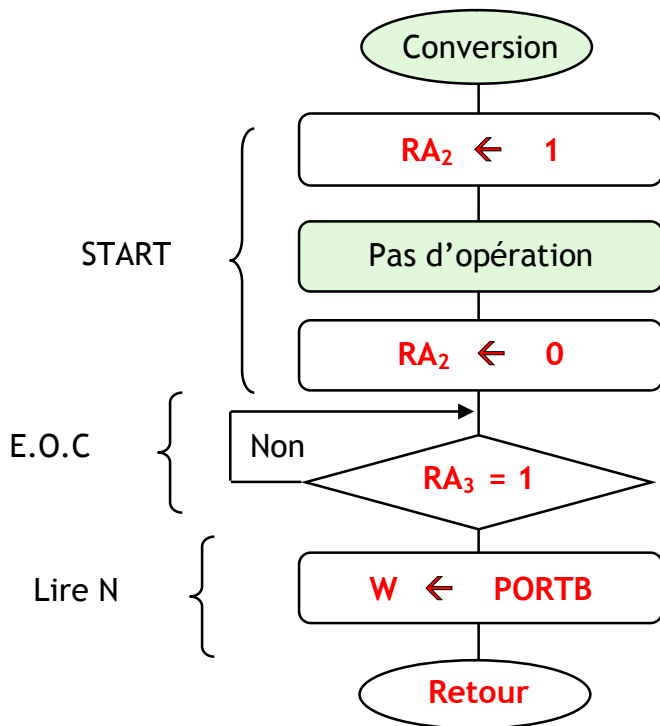
$$k = 5 / 255 = 20 \text{ mV}$$

3. Compléter le tableau suivant, sachant que $V_{s3} = V_{s2}$.

L (m)	L (Cm)	N
0	0	0
0.25	25	25
2	200	200

Utilisation du CAN externe

Organigramme de conversion



Sous programme de conversion

```

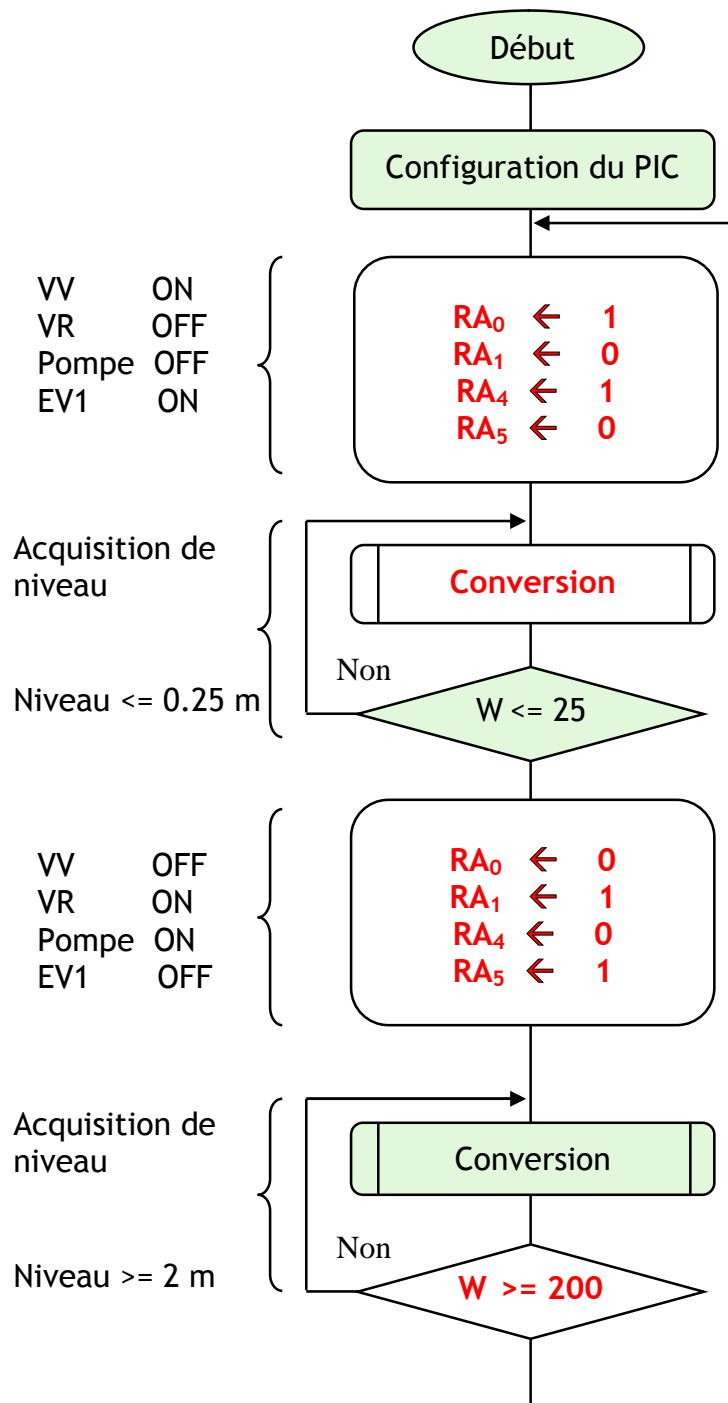
Conversion  BSF    PORTA, 2
             NOP
             BCF    PORTA, 2
LOOP        BTFS   PORTA, 3
             GOTO   LOOP
             MOVF   PORTB, W
             RETURN
  
```

DREP 05

CORRECTION

Organigramme et programme d'irrigation

Organigramme d'irrigation



Programme d'irrigation

```

BCF STATUS, 6
BSF STATUS, 5
CLRF TRISB
MOVLW 0x08
MOVF TRISA
LOOP1 BCF STATUS, 5
      BSF PORTA, 0
      BCF PORTA, 1
      BSF PORTA, 4
      BCF PORTA, 5
LOOP2 CALL CONVERSION
      SUBLW D'25'
      BTFSC STATUS, C
      GOTO LOOP2
      BCF PORTA, 0
      BSF PORTA, 1
      BCF PORTA, 4
      BSF PORTA, 5
LOOP3 CALL CONVERSION
      SUBLW D'200'
      BTFSS STATUS, C
      GOTO LOOP3
      GOTO LOOP1
  
```

DREP 06

CORRECTION

Utilisation du CAN interne

- Calculer la résolution du C.A.N interne du 16 F 877 et donner l'expression de $N = f(V_{s3})$.

$$N = ((V_{s3} - V_{REF-}) / (V_{REF+} - V_{REF-})) * 1023$$

$$V_{REF+} = 20V \text{ et } V_{REF-} = 0V \text{ alors } N = 1023 * (VIN / 20)$$

$$q = 20 / 1023 = 20 \text{ mV}$$

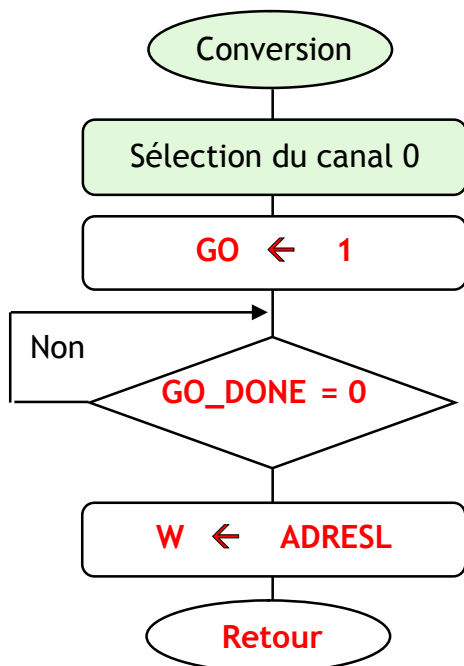
$$N = 1023 * (V_{s3} / 20)$$
- Compléter le programme d'initialisation du 16 F 877.

```

BSF      STATUS, 5
BCF      STATUS, 6           ; Accès aux registres TRISx (Banque mémoire 1)
MOVLW   B'00051101'
MOVWF   TRISA                ; Configuration du PORTA X X X S E E S E
MOVLW   B'00000000'
MOVWF   TRISE                ; Configuration du PORTE x x x x x x S
MOVLW   B'10001111'         ; Configuration du registre ADCON1 Bank 1
MOVWF   ADCON1              ; justification à droite du résultat, Vref+ et Vref-
externe
                                     ; RE2, RE1, RE0, RA5, RA3, RA2, RA1 Type D et RA0 Type A
BCF      STATUS, 5           ; Retour en banque mémoire 0
MOVLW   B'10000001'         ; Configuration du registre ADCON0 Bank 0
MOVWF   ADCON0              ; Fréquence Max 20MHz et Mise en route du CAN
    
```

- Refaire le sous programme de CONVERSION, en utilisant le PIC 16F877 et son C.A.N interne.

Organigramme de conversion



Sous programme de conversion

```

BCF      ADCON0, CHS2
BCF      ADCON0, CHS1
BCF      ADCON0, CHS0
; Sélection du canal 0
BSF      ADCON0, GO
; Déclenchement de la conversion
ATT      BTFSC   ADCON0, GO
        GOTO    ATT
; attendre la fin de conversion
BSF      STATUS, RP1
; Passage en page 1
MOVWF   ADRESL, 0
; lecture du résultat
BSF      STATUS, RP0
; Passage en page 0
RETURN
; Retour
    
```

CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE

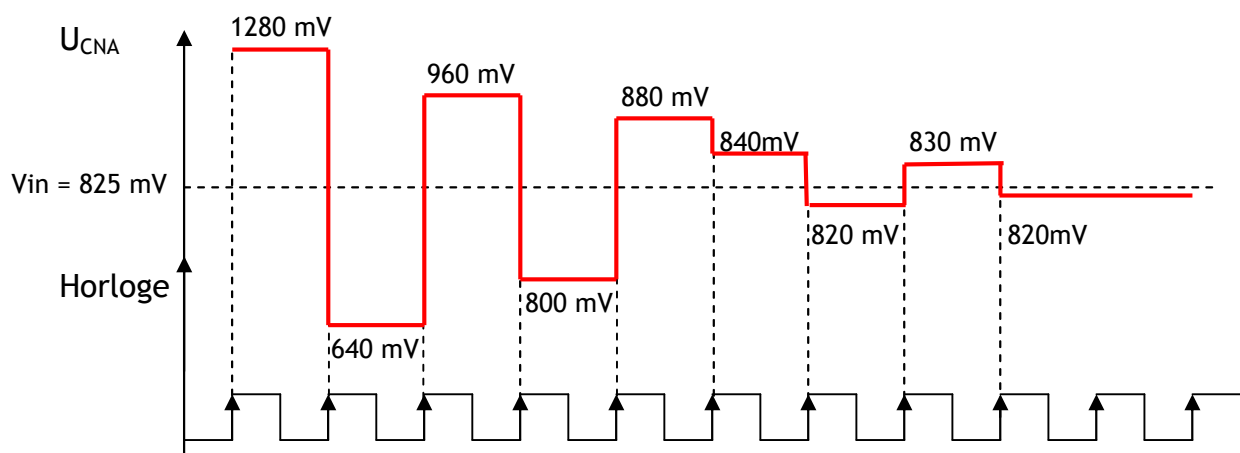
2- CAN à approximations successives :

2.3- Exemple de Conversion :

Soit à convertir par exemple, une tension $V_{in} = 825 \text{ mV}$. Le CNA a une résolution $K=10 \text{ mV}$.

Donc $U_{CNA} = K \cdot N$. Après un fond montant du signal START, le signal EOC passe à zéro, indiquant le début de la conversion. A la fin de la conversion, le signal E.O.C passe à 1.

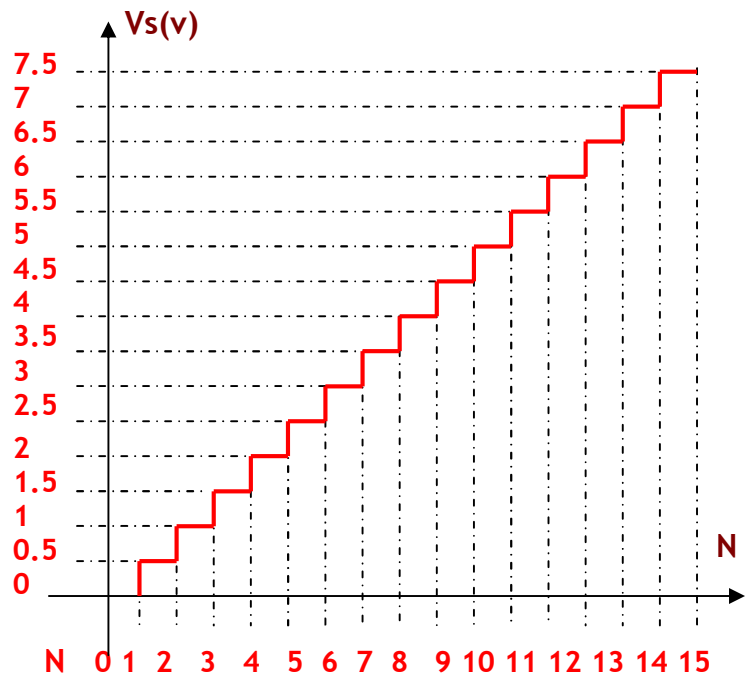
horloge	N	$U_{CNA} = 10 \cdot N$	comparaison
1 ^{ère} impulsion	$1000.0000_{(2)} = 128$	$128 \times 10 = 1280 \text{ mV}$	$V_{in} < U_{CNA} \rightarrow N = 0000.0000$
2 ^{ème} impulsion	$0100.0000_{(2)} = 64$	$64 \times 10 = 640 \text{ mV}$	$V_{in} > U_{CNA} \rightarrow N = 0100.0000$
3 ^{ème} impulsion	$0110.0000_{(2)} = 96$	$96 \times 10 = 960 \text{ mV}$	$V_{in} < U_{CNA} \rightarrow N = 0100.0000$
4 ^{ème} impulsion	$0101.0000_{(2)} = 80$	$80 \times 10 = 800 \text{ mV}$	$V_{in} > U_{CNA} \rightarrow N = 0101.0000$
5 ^{ème} impulsion	$0101.1000_{(2)} = 88$	$88 \times 10 = 880 \text{ mV}$	$V_{in} < U_{CNA} \rightarrow N = 0101.0000$
6 ^{ème} impulsion	$0101.0100_{(2)} = 84$	$84 \times 10 = 840 \text{ mV}$	$V_{in} > U_{CNA} \rightarrow N = 0101.0000$
7 ^{ème} impulsion	$0101.0010_{(2)} = 82$	$82 \times 10 = 820 \text{ mV}$	$V_{in} < U_{CNA} \rightarrow N = 0101.0010$
8 ^{ème} impulsion	$0101.0011_{(2)} = 83$	$83 \times 10 = 830 \text{ mV}$	$V_{in} > U_{CNA} \rightarrow N = 0101.0010$
9 ^{ème} impulsion	Fin de conversion : le signal E.O.C passe à 1		
N = 0101.0010 N = 82 en décimal		$U_{CNA} = 820 \text{ mV}$	



CARACTERISTIQUES DES CONVERTISSEURS

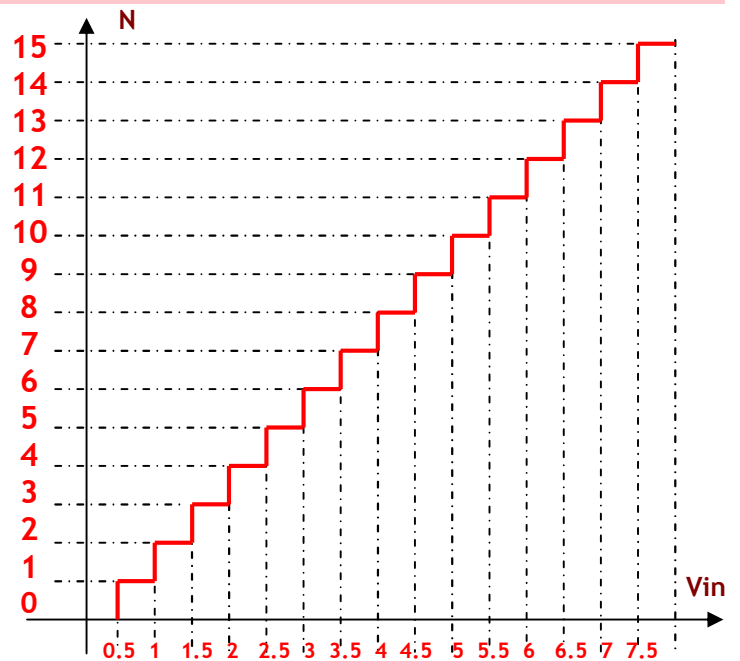
Exemple 1 :

D	C	B	A	Vs
0	0	0	0	0 v
0	0	0	1	0.5 v
0	0	1	0	1 v
0	0	1	1	1.5 v
0	1	0	0	2 v
0	1	0	1	2.5 v
0	1	1	0	3 v
0	1	1	1	3.5 v
1	0	0	0	4 v
1	0	0	1	4.5 v
1	0	1	0	5 v
1	0	1	1	5.5 v
1	1	0	0	6 v
1	1	0	1	6.5 v
1	1	1	0	7 v
1	1	1	1	7.5 v



Exemple 2 :

Vin	D	C	B	A
$0 \text{ v} \leq \text{Vin} < 0.5\text{v}$	0	0	0	0
$0.5 \text{ v} \leq \text{Vin} < 1\text{v}$	0	0	0	1
$1 \text{ v} \leq \text{Vin} < 1.5\text{v}$	0	0	1	0
$2 \text{ v} \leq \text{Vin} < 2.5\text{v}$	0	1	0	0
$2.5 \text{ v} \leq \text{Vin} < 3\text{v}$	0	1	0	1
$3 \text{ v} \leq \text{Vin} < 3.5\text{v}$	0	1	1	0
$4 \text{ v} \leq \text{Vin} < 4.5\text{v}$	1	0	0	0
$4.5 \text{ v} \leq \text{Vin} < 5\text{v}$	1	0	0	1
$5 \text{ v} \leq \text{Vin} < 5.5\text{v}$	1	0	1	0
$6 \text{ v} \leq \text{Vin} < 6.5\text{v}$	1	1	0	0
$6.5 \text{ v} \leq \text{Vin} < 7\text{v}$	1	1	0	1
$7.5 \text{ v} \leq \text{Vin}$	1	1	1	1
$\text{Vin} = 10 \text{ v}$	1	1	1	1



Exemple 3 :

$N = 1001 \quad V_s = 0.75 * 9 \quad V_s = 6,75 \text{ V}$
 $N = 0110 \quad V_s = 0.75 * 6 \quad V_s = 4,50 \text{ V}$
 $N = 1111 \quad V_s = 0.75 * 15 \quad V_s = 11,25 \text{ V}$

Exemple 4 :

$K = V_{smax} / (2^8 - 1) = 20 / 255 = 78.43 \text{ mV}$ $V_s = K * N = 78.43 * N$
 $N = 10010001 \quad V_s = 78.43 * 145 \quad V_s = 11372,35 \text{ mV}$
 $N = 00010110 \quad V_s = 78.43 * 22 \quad V_s = 1725,46 \text{ mV}$

Exemple 5 :

$V_s = K * N \quad N = 00010111 = 23 \quad K = V_s / N = 1 / 23 = 43,48 \text{ mV}$
 $V_{smax} = K * N_{smax} \quad N_{smax} = 11111111 = 255 \quad V_{smax} = 43,48 * 255 = 11087,4 \text{ mV}$

C.A.N interne du 16F877

5- Exemple d'utilisation :

Programme en assembleur :

Toutes les lignes de sorties des PORTs sont mises à zéro.

```

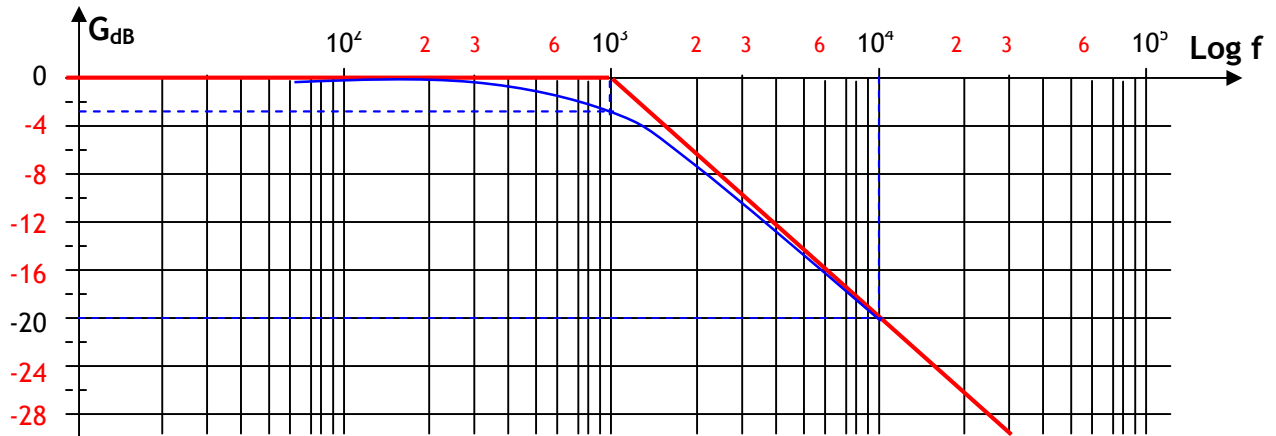
CLRF    PORTA
CLRF    PORTE                ; Mise à zéro des ports A et E
                ; Accès aux registres TRISx (Banque mémoire 1)
BSF    STATUS, 5                ; RP0 = 1
BCF    STATUS, 6                ; RP1 = 0
                ; Configuration des registres de directions
MOVLW  B'11011111'
MOVWF  TRISA                ; Configuration du PORTA X X S E E E E E
MOVLW  B'00000001'
MOVWF  TRISE                ; Configuration du PORTE 0 0 0 0 0 S S E
                ; Configuration du registre ADCON1 Page 1
                ; ADFM = 1 justification à droite du résultat
                ; PCFG 3:0 0100 => RE3:RE0 Type D comme Digitale
                ; => RA4 : D, RA3 : A comme Analogique
                ; => RA2 : D, RA1 : A et RA0 : A
MOVLW  B'10000100'
MOVWF  ADCON1                ; valeur binaire 1 0 0 0 0 1 0 0
                ; Retour en banque mémoire 0
BCF    STATUS, RP0            ; RP0 = 0
BCF    STATUS, RP1            ; RP1 = 0
                ; Configuration du registre ADCON0 Page 0
                ; ADCS1 et ADSC0 = 1 0 Fréquence Max 20MHz
                ; ADON = 1 Mise en route du CAN
                ; 0 pour les autres bits

MOVLW  B'10000001'
MOVWF  ADCON0                ; valeur binaire 1 0 0 0 0 0 0 1
                ; Conversion du canal RA3
                ; Sélection du canal 3 avec les bits CHS2, CHS1 et CHS0 : 0 1 1
                ; GO/DONE = 1 Lancement d'une conversion
BCF    ADCON0, CHS2
BSF    ADCON0, CHS1
BSF    ADCON0, CHS0
BSF    ADCON0, GO                ; Déclenchement de la conversion
ATT BTFSC ADCON0, GO_DONE        ; attendre la fin de conversion
GOTO   ATT
                ; Fin de conversion, lecture du résultat
MOVF   ADRESH, 0                ; Partie haute
MOVWF  RES_HAUT, 1
BSF    STATUS, RP1                ; Passage en page 1
MOVF   ADRESL, 0                ; Partie basse
BSF    STATUS, RP0                ; Passage en page 0
MOVWF  RES_BAS, 1

```

LES FILTRES

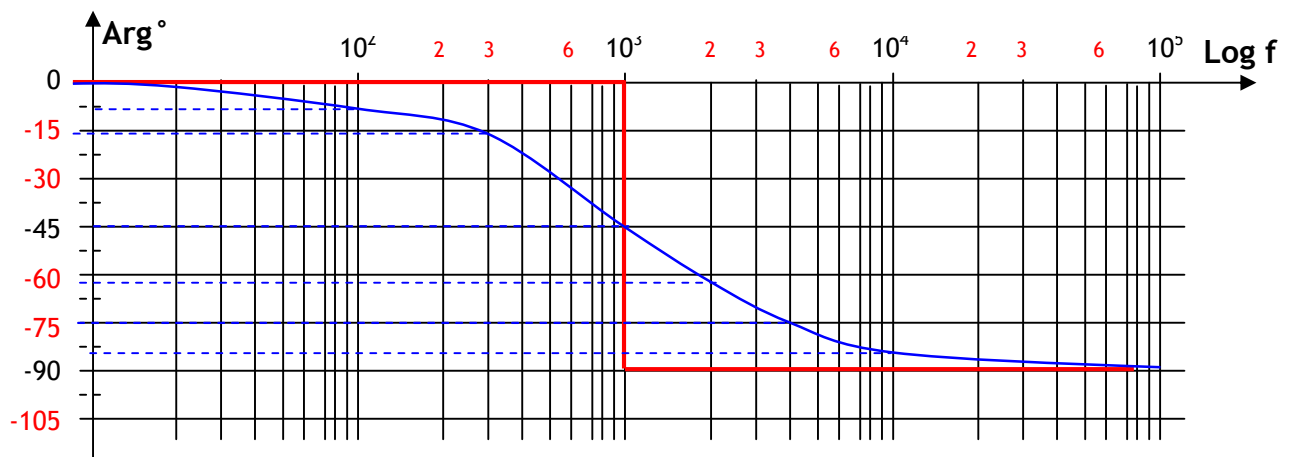
7- Le filtre passe bas :



Courbe de gain pour $f_c = 1000 \text{ Hz}$

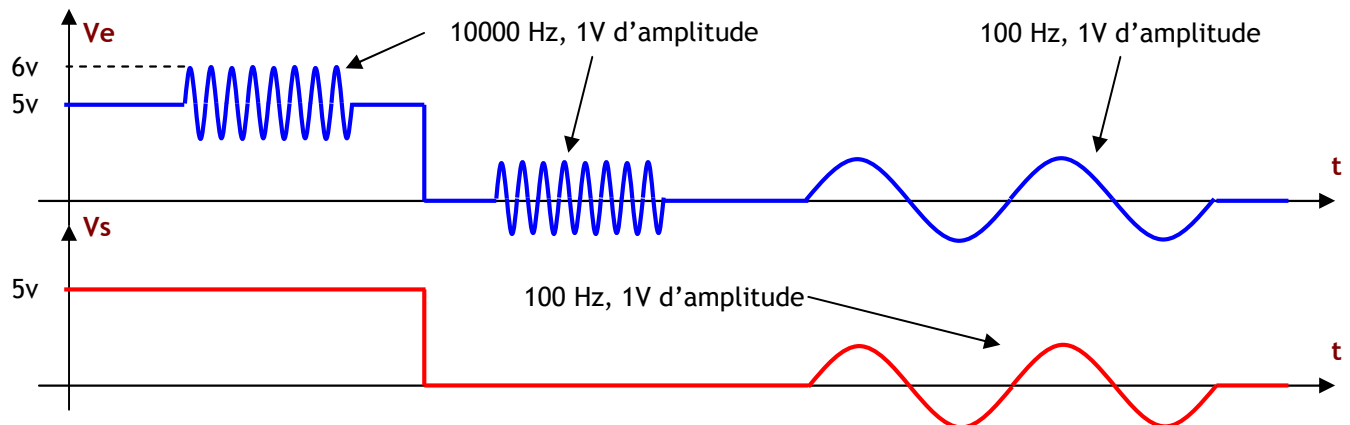
Bande passante = $[0, 1000 \text{ Hz}]$ fréquence de coupure = 1000 Hz

Atténuation = -20 dB/décade

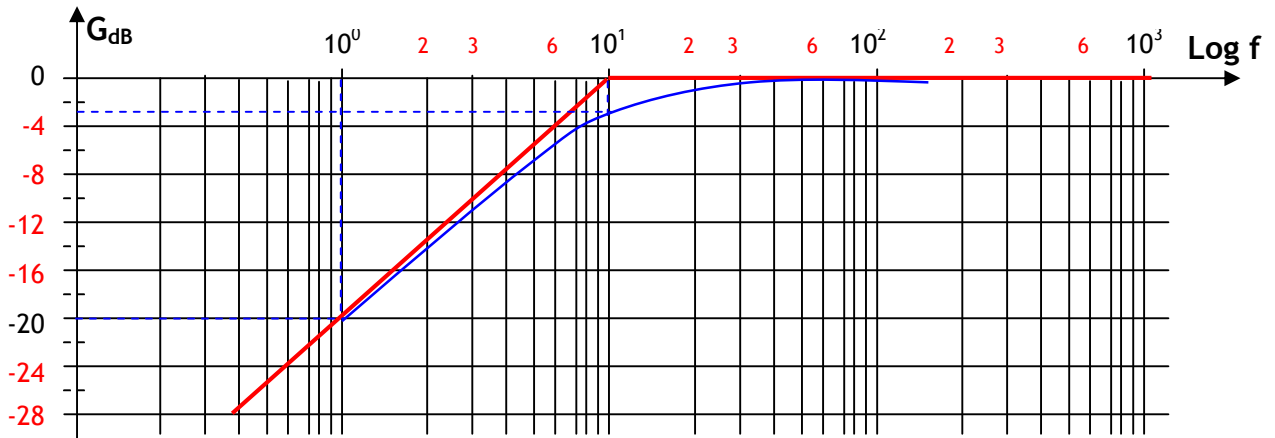


Courbe d'argument pour $f_c = 1000 \text{ Hz}$

Exemple de réponse :



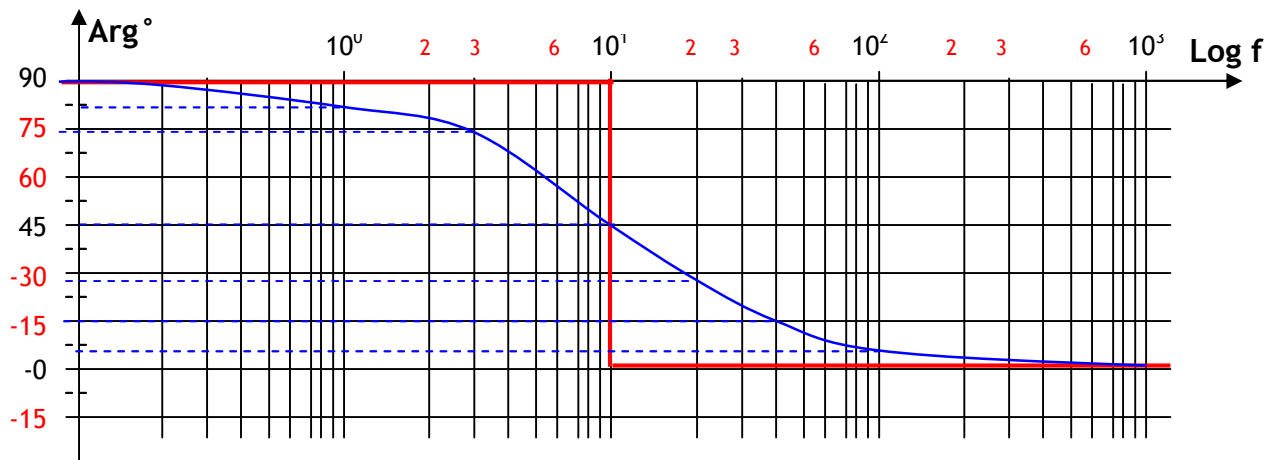
8- Le filtre passe haut :



Courbe de gain pour $f_c = 10$ Hz

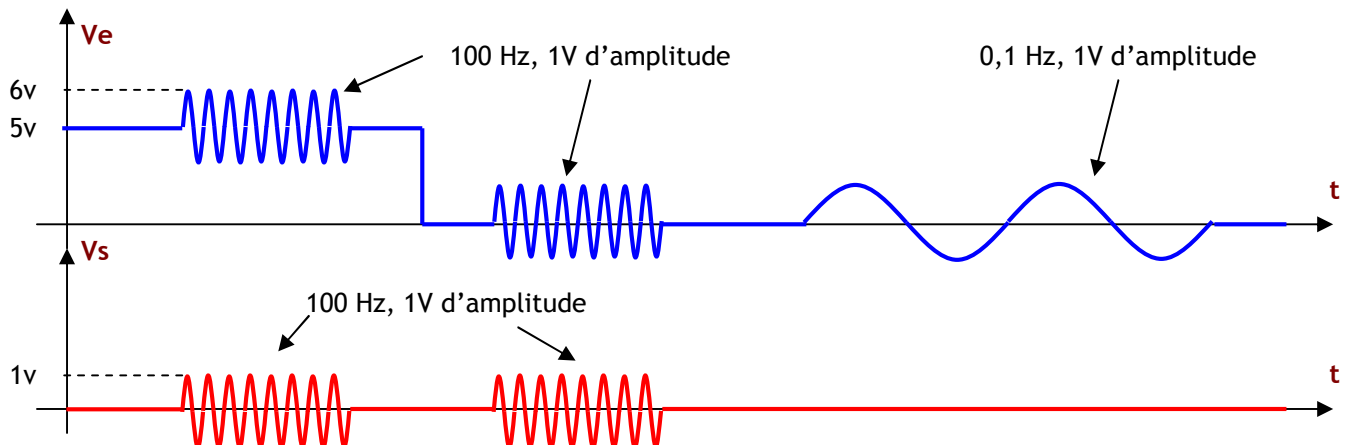
Bande passante = $[10 \text{ Hz}, +\infty[$ fréquence de coupure = 10 Hz

Atténuation = -20 dB/décade

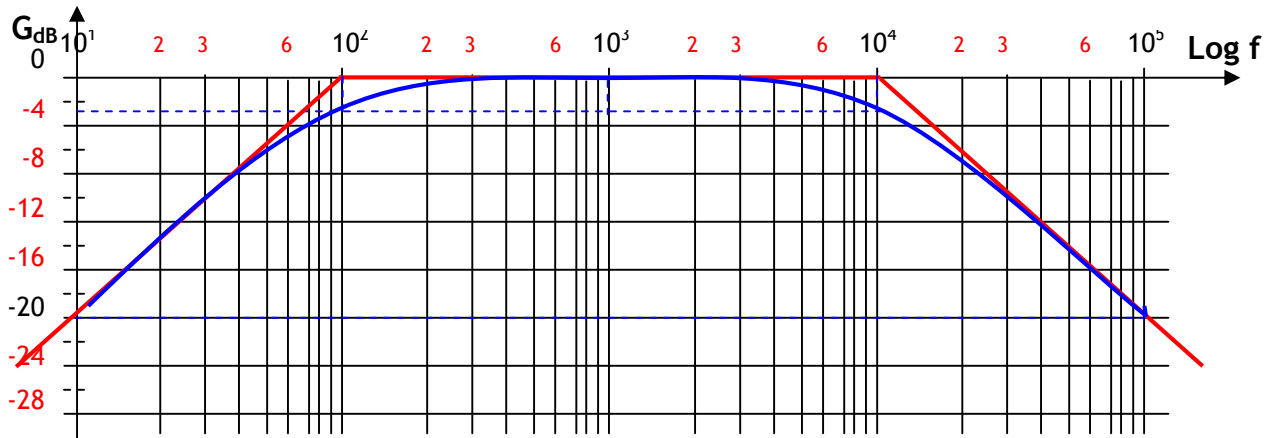


Courbe d'argument pour $f_c = 10$ Hz

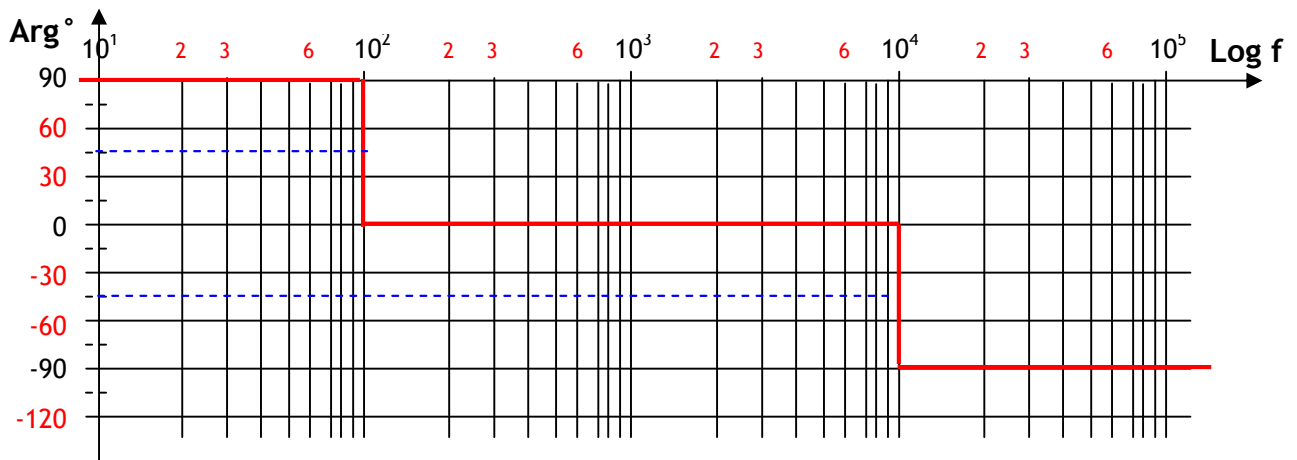
Exemple de réponse :



9- Le filtre passe bande :

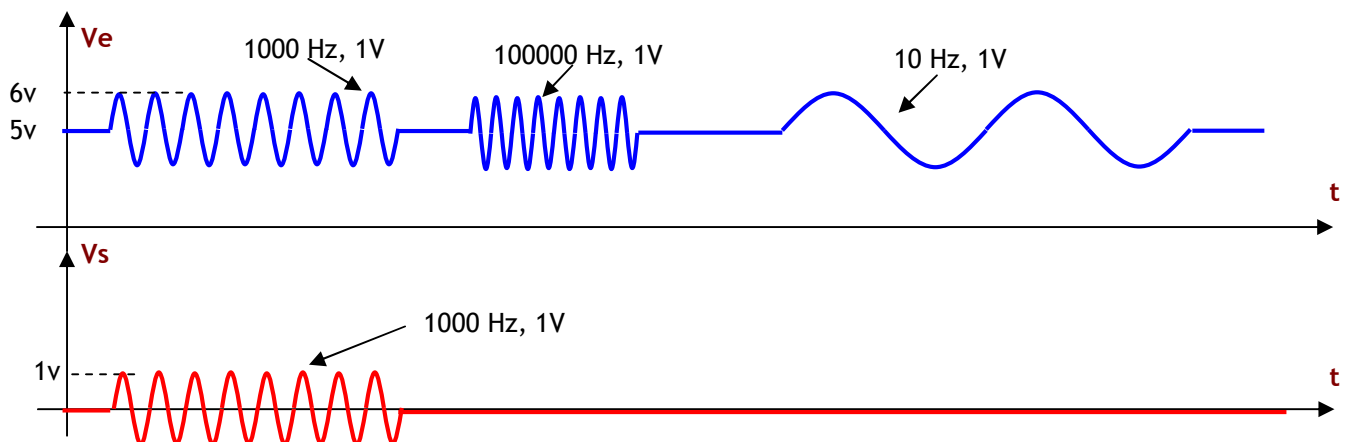


Courbe de gain pour $f_1 = 10000$ Hz et $f_2 = 100$ Hz
Bande passante = [100 Hz, 10000 Hz] Atténuation = -20 dB/décade
Fréquences de coupure : 100 Hz et 10000 Hz



Courbe d'argument $f_1 = 10000$ Hz et $f_2 = 100$ Hz

Exemple de réponse :



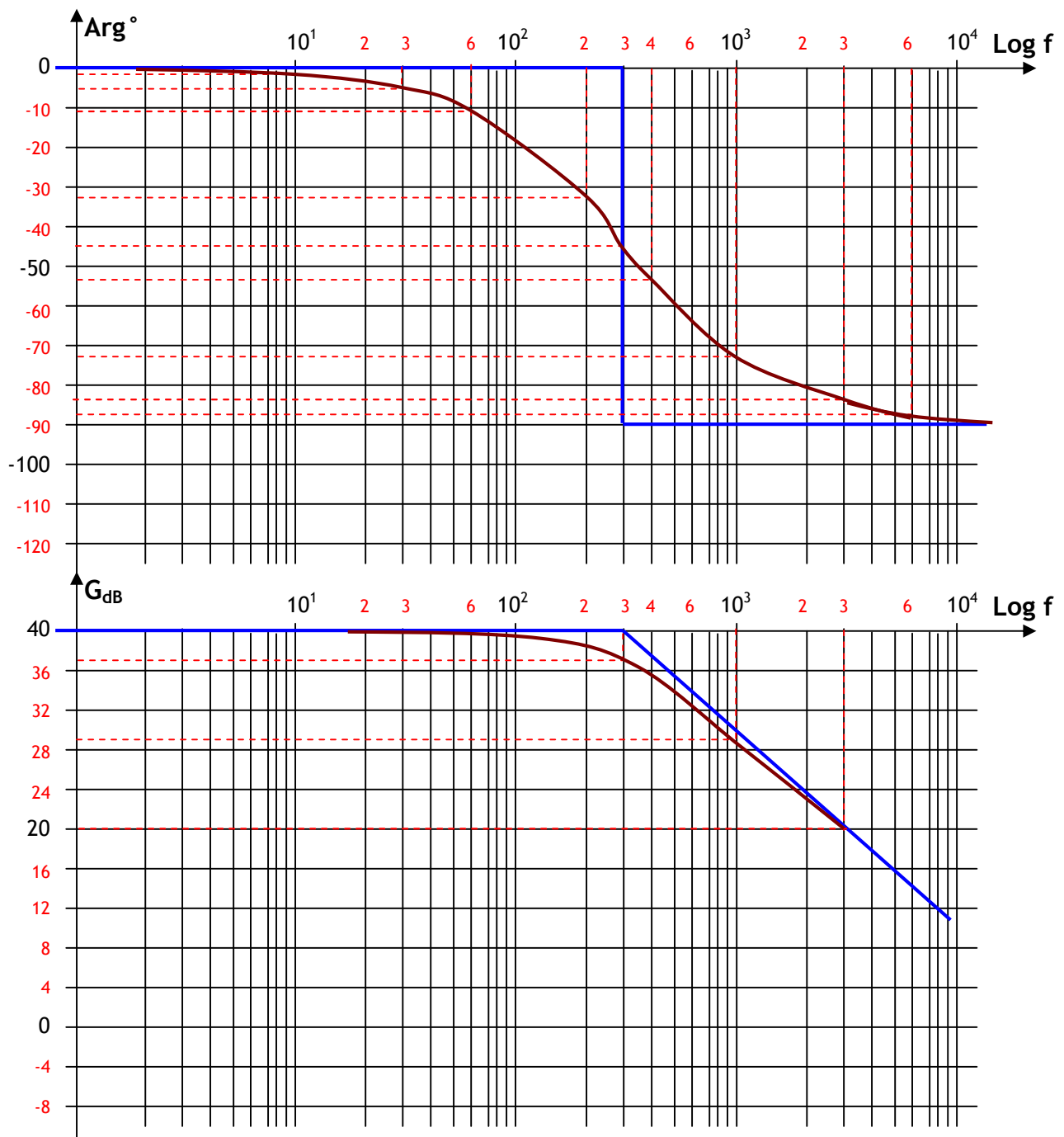
ETUDE D'UN FILTRE

Etude pratique :

Question n° 1 :

f(Hz)	10	20	30	60	100	200	300	400	600	1000	2000	3000	6000
Ve(mV)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vs(mV)	99.95	99.78	99.50	98.05	94.86	83.20	70.71	60.00	44.72	28.73	14.83	09.95	04.99
Arg(°)	-01.90	-03.81	-05.71	-11.31	-18.43	-33.69	-45.00	-53.13	-63.44	-73.30	-81.46	-84.29	-87.14
T	99.95	99.78	99.50	98.05	94.86	83.20	70.71	60.00	44.72	28.73	14.83	09.95	04.99
G(dB)	40	39,98	39,96	39,83	39,54	38,40	37	35,56	33	29,16	23,42	20	14

Question n° 2 :



Question n° 3 :

$$G_{\max} = 40 \text{ dB}$$

$$G_{\max} = 20 \log T_{\max} \quad T_{\max} = \exp(G_{\max}/20) \quad T_{\max} = 100.$$

$$\text{Fréquence de coupure} = 300 \text{ Hz} \quad G(300) = G_{\max} - 3 \text{ dB} = 37 \text{ dB}$$

Nature du filtre : Filtre passe bas

$$\text{Bande passante} = [0, 300 \text{ Hz}]$$

Question n° 4 :

Il y a amplification donc le filtre est actif.

Etude théorique :

Question n° 1 :

$$\underline{I}_1 = -\underline{Z}/R_1$$

$$\underline{I}_1 = T_{\max} / (1 + jf/f_0)$$

$$T_{\max} = -R_2/R_1$$

$$f_0 = 1/2\pi R_2 C$$

Question n° 2 :

$$\underline{I}_2 = -R/R$$

$$\underline{I}_2 = -1$$

Question n° 3 :

$$\underline{I} = \underline{V}_s / \underline{V}_e = (\underline{V}_s / \underline{V}) \cdot (\underline{V} / \underline{V}_e)$$

$$\underline{I} = \underline{I}_1 \cdot \underline{I}_2$$

Question n° 4 :

$$\underline{I} = -T_{\max} / (1 + jf/f_0) \quad \underline{I} = (R_2/R_1) / (1 + jf/f_0)$$

$$f_0 = 1/2\pi R_2 C = 300 \text{ Hz} \quad (R_2/R_1) = 100$$

$$\underline{I} = 100 / (1 + jf/300)$$

Question n° 5 :

$$T = |\underline{I}| = 100 / \sqrt{1 + f^2/f_0^2}$$

Question n° 6 :

$$G = 20 \cdot \text{Log}(T) = 20 \cdot \text{Log}(100 / \sqrt{1 + f^2/f_0^2}) = 20 \cdot \text{Log}(100) - 10 \cdot \text{Log}(1 + f^2/f_0^2)$$

$$G = 40 - 10 \cdot \text{Log}(1 + f^2/f_0^2)$$

$$\text{Arg (T)} = \text{Arg (100)} - \text{Arg (1 + jf/f}_0) = - \text{Arctg (f/f}_0)$$

Question n° 7 :

$$G (300) = 40 - 10. \text{Log (1 + 300}^2/ 300^2) = 40 - 10. \text{Log (2)} = 37 \text{ dB}$$

Question n° 8 :

Voir courbe de gain

Réponse à un signal carré :

Question n° 1 :

$$T = 25 \mu\text{S} \quad f = 1/ T \quad f = 40 \text{ KHz}$$

Question n° 2 :

$$V_{\text{moy}} = 15 \cdot 20/ 25 \quad V_{\text{moy}} = 12 \text{ v}$$

Question n° 3 :

Ve (0 Hz) : La valeur moyenne
 Ve (40 KHz) : La fondamentale
 Ve (80,120, 160 KHz) : Les harmoniques

Question n° 4 :

Fréquence	0 Hz	40 KHz	80 KHz	120 KHz	160 KHz
Amplitude	12 mv	4 mv	3 mv	2 mv	0,5 mv

Question n° 5 :

Fréquence	0 Hz	40 KHz	80 KHz	120 KHz	160 KHz
Amplification	100	0,75	0,38	0,25	0,19
Amplitude ⁽¹⁾	1200 mv	3 mv	1,14 mv	0,5 mv	0,095 mv
Gain	40 dB	-2,50 dB	-8,40 dB	-12,04 dB	-14,42 dB
Argument	0°	-89,57°	-89,78°	-89,86°	-89,89°

Question n° 6 :

$$V_s = 1200 \text{ mv} = 1,2 \text{ v}$$