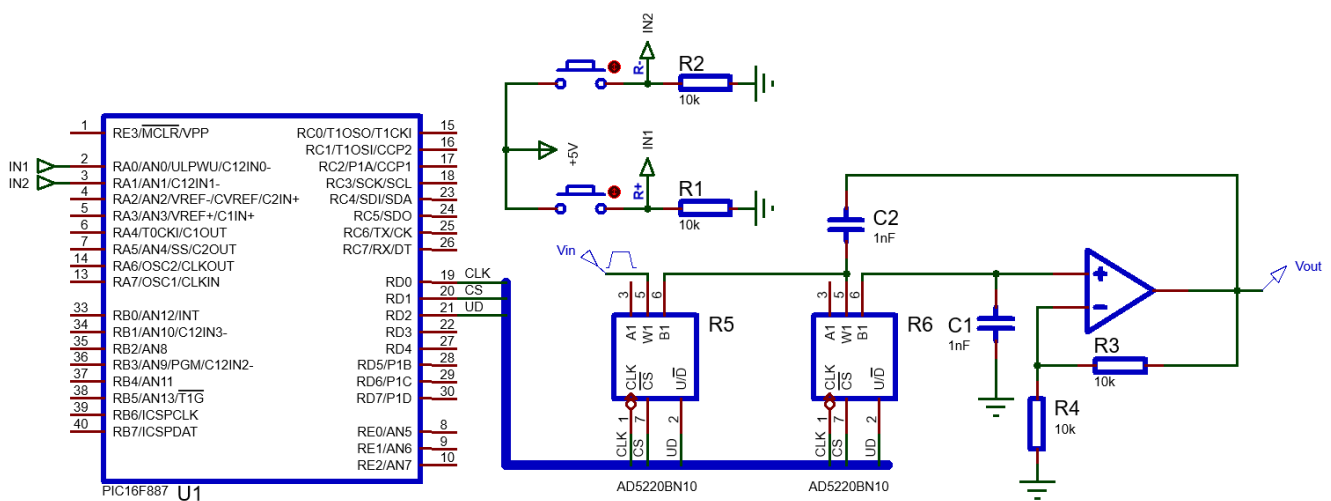




Découvrez notre Chaîne YouTube "Ingénierie et Projets"

Découvrez notre Chaîne Secondaire "Information Neuronale et l'Ingénierie du Cerveau"



Objectifs

- Comprendre le principe de fonction d'un filtre passe-bas
- Savoir dimensionner un filtre passe-bas 2nd ordre
- Savoir utiliser un **potentiomètre** numérique
- Savoir créer un signal Sinusoïdal à partir d'un signal carrée
- Etc.

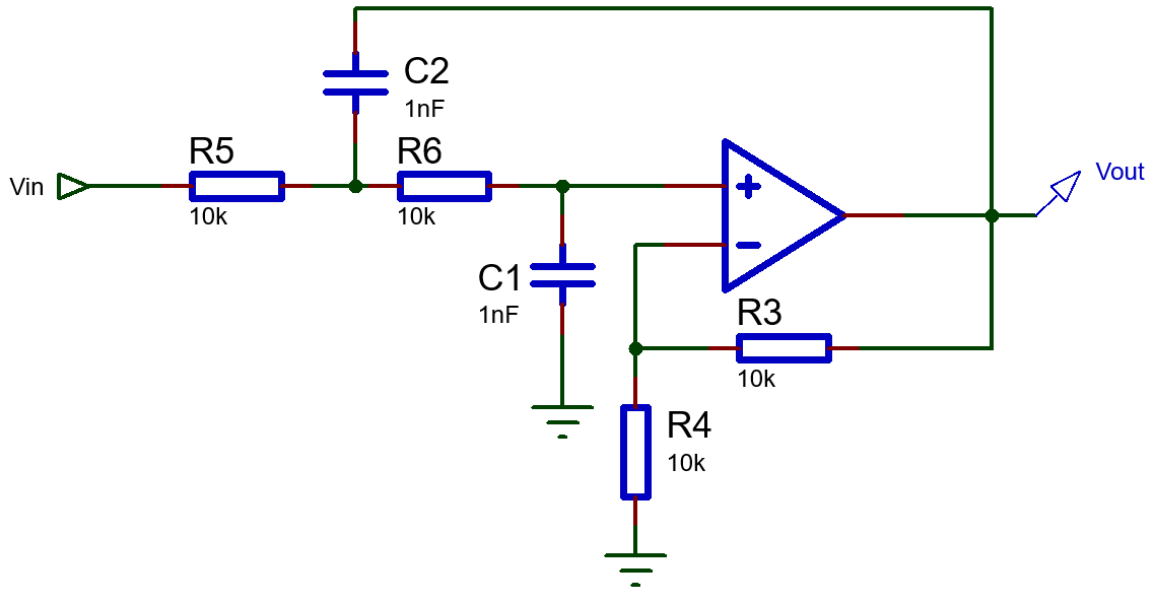


Fonctionnement

Le montage est un filtre passe-bas 2nd ordre ayant une bande passante ajustable par le [microcontrôleur](#). Il compose de deux potentiomètres numériques identiques et ajustables par le μc via la liaison série. La valeur des potentiomètres agit sur la fréquence de coupure du filtre ainsi le dépassement. En revanche, le gain il reste constant. On utilise la cellule de [Sallen & Key](#) passe-bas basé sur le circuit RC et un amplificateur opérationnel (OAP). Le premier μc joue le rôle d'un émetteur : Il envoie l'ordre d'augmenter ou réduire la bande passante. Le deuxième microcontrôleur joue le rôle du récepteur : Il reçoit la commande et la transmet au filtre pour ajuster la bande passante.

Filtre passe-bas à base de l'architecture Sallen & Key

Le filtre passe-bas est composé de deux condensateurs $C1$ et $C2$ et les résistances $R3$ et $R4$. Le gain du filtre est fixé par les résistances $R3$ et $R4$. C-après la fonction du transfert du filtre ainsi les paramètres qui le caractérise. On considère pour des raisons de simplification que $R3=R4=R$, $C1=C2=C$.



$$H(j\omega) = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{G}{1 + (3 + G)jRC\omega + (jRC\omega)^2}$$

$$G = 1 + \frac{R3}{R4}$$

$$\omega_c = \frac{1}{RC}$$

$$m = 1 - \frac{R3}{2R4}$$

- H: La fonction du transfert du filtre dans le régime harmonique
- G: Gain du filtre, il ne dépend que des résistances R3 et R4



- ω_c : La pulsation de coupure est l'inverse du produit RC
- m : Coefficient d'amortissement, il indique la présence du dépassement ($m < 0.7$) ou non

Calcul théorique

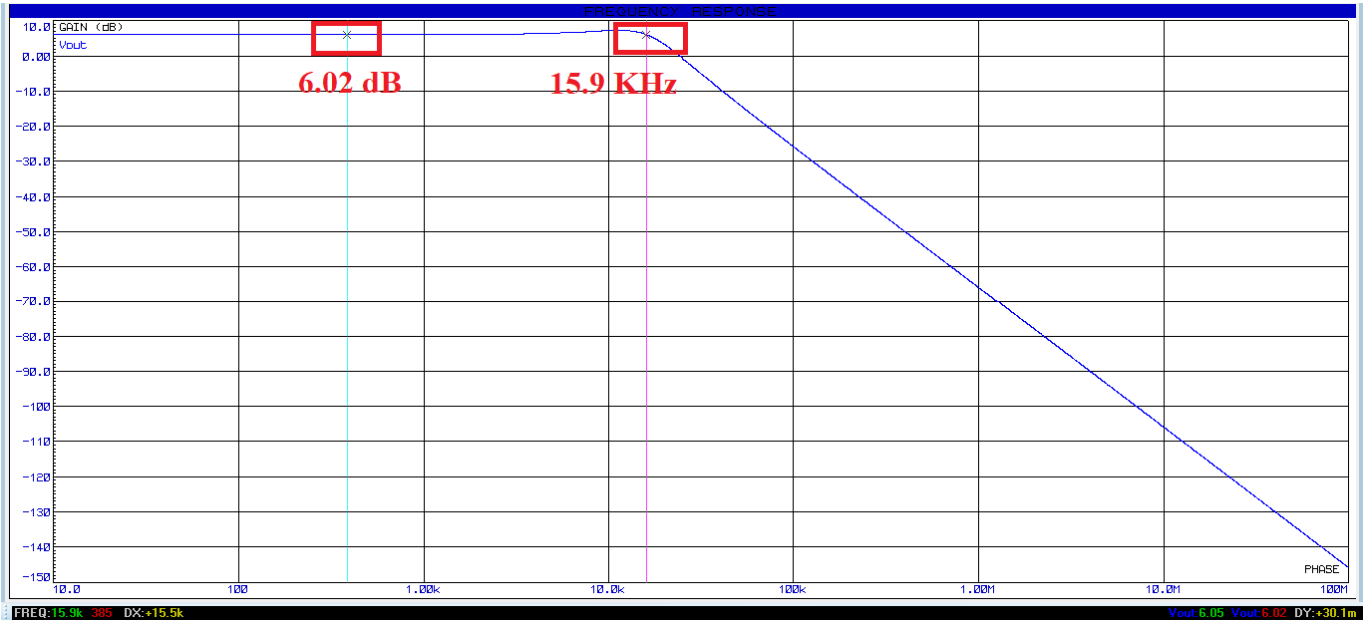
- $R_3=R_4 \implies G=1+1=2$
- $G(\text{dB})=20\log(2)=6.02 \text{ dB}$
- $\omega_c=1/RC=10E+5 \text{ rad/s} \implies f_c=15.91 \text{ kHz}$
- $m=1-1/2=0.5 < 0.7 \implies$ Présence de dépassement

Simulation ($R_5=R_6=10\text{k}$)

En utilisant la réponse fréquentielle du montage qui permet de simuler la fonction du transfert du montage en fonction de la fréquence. Dans notre exemple, la fréquence maximale est limitée à 100 MHz. Ci-dessous les résultats obtenus:

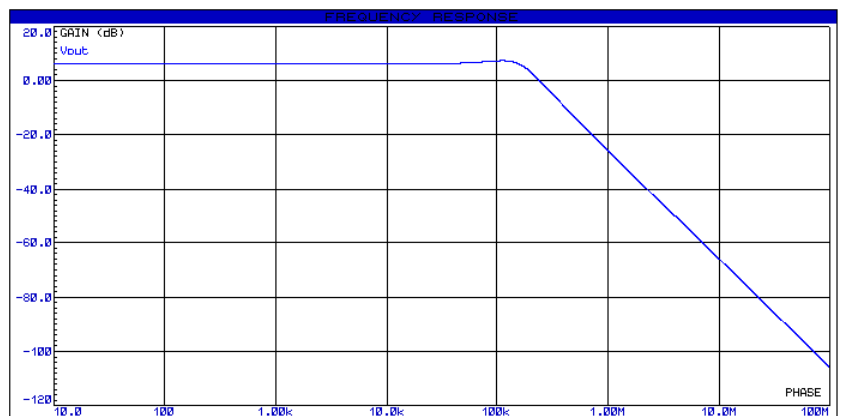
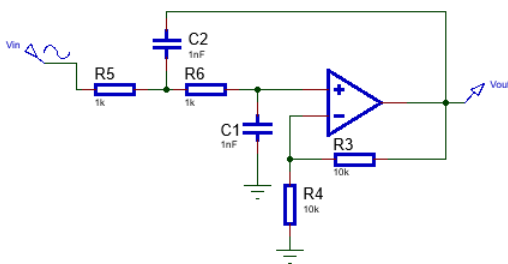
- Gains statique : 6.02 dB
- Fréquence de coupure : 15.9 HKz

Les résultats sont conformes en comparaison avec les valeurs théoriques



Simulation (R5=R6=R=1k)

- Division par 10 de la résistance R (R=1k au lieu de 10k) implique une multiplication de la fréquence de coupure par 10 = 159 KHz.

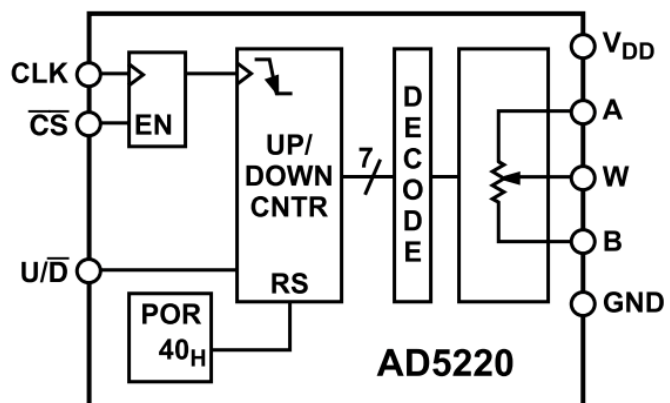
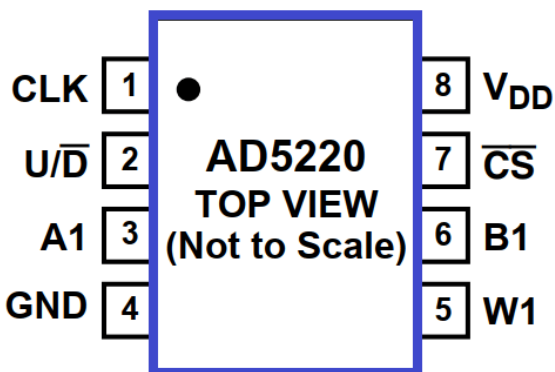




Potentiomètre numérique AD5220

Le circuit AD5220 est un potentiomètre numérique facilement contrôlable. De valeur égale à 10k (50k ou 100k) avec une résolution sur 7 bits (128 combinaisons possibles de la valeur totale : $128 \times 10k / 128 = 128 \times 78.125$). Autrement dit on peut incrémenter (ou décrémenter) la valeur de la résistance d'un pas égal à 78.125 Ohm. Ci-dessous les caractéristiques techniques du circuit ainsi la description des broches.

- 128 positions : Compteur 7 bits
- Compteur/Décompteur intégré
- Commande par horloge externe
- Résistance : 10k
- Alimentation : -0.3 à 7V
- Courant à la borne du potentiomètre : +/-20mA
- [Datasheet AD5220](#)

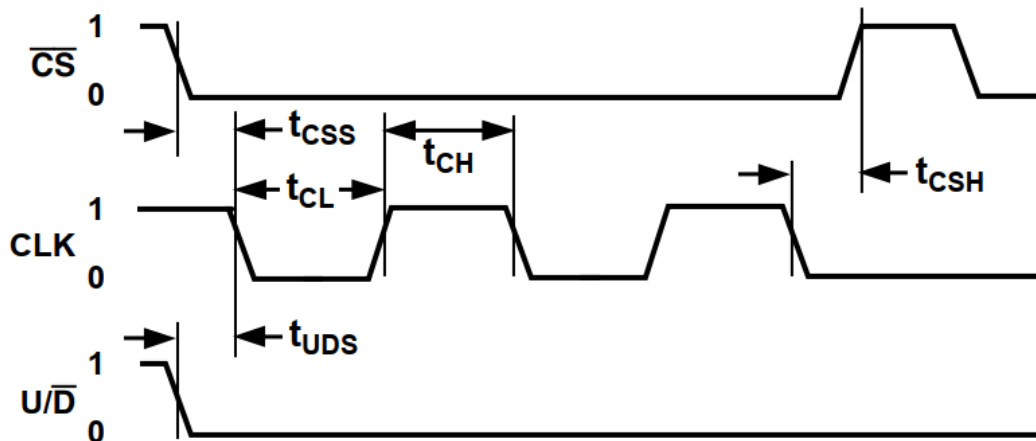


Pin No.	Name	Description
---------	------	-------------



1	CLK	Serial Clock Input, Negative Edge Triggered
2	U/D	UP/DOWN Direction Increment Control
3	A1	Terminal A1
4	GND	Ground
5	W1	Wiper Terminal
6	B1	Terminal B1
7	CS	Chip Select Input, Active Low
8	VDD	Positive Power Supply

Les signaux de contrôle



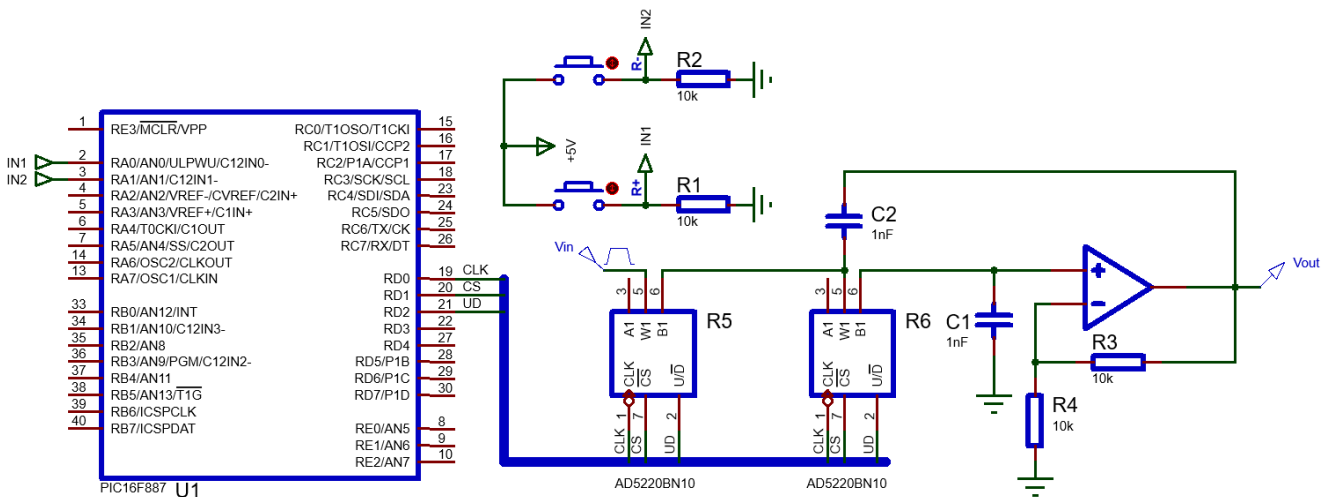
Le circuit dispose de trois signaux d'entrées pour l'ajustement de la résistance interne. Ci-dessous les chronogrammes et les étapes à suivre pour le contrôle de ce dernier :

1. Par défaut le signal $CS=1$ (logique négative), on met $CS = 0$ afin d'activer le [composant](#)
2. On position le signal U/D à zéro ou à 1 en fonction de l'opération désirer :
Incrémenter de la valeur (Up, $U/D=1$) ou décrémentation (Down, $U/D=0$)
3. Le signal d'horloge CLK est égal à « 1 » par défaut, on le remet à 0 afin de valider l'opération.
4. On remet les signaux par défaut : $CS= 1$, $CLK=1$
5. On recommence le cycle



Schéma du filtre ajustable

- On remplace les résistances R5 et R6 par deux potentiomètres numériques AD5220 branchés en parallèles
- CLK => D0, CS => D1, U/D => D2
- Boutons poussoirs: R(+): Incrémentation de la résistance, R(-): Décrémentement
- R(+) => RA0, R(-) => RA1



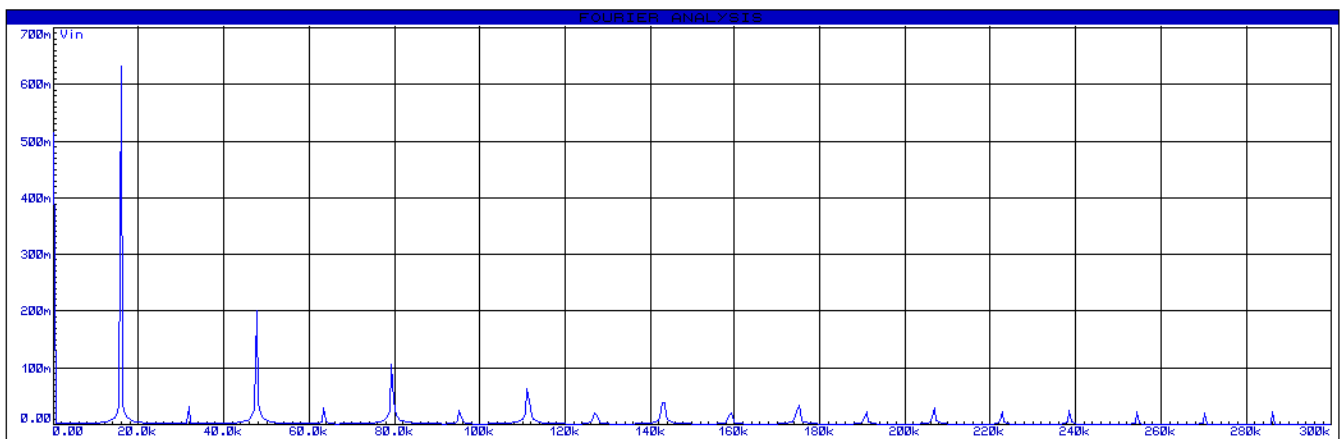
Comment convertir un signal carré en signal sinusoïdal ?

Un signal carré est un assemblage (la somme) de plusieurs signaux sinusoïdaux avec des fréquences et amplitudes différentes. Si on arrive à sélectionner une fréquence parmi d'autres, on obtiendra un signal sinusoïdal pur. En effet, la transformée de fourrier d'un signal carré indique la présence des harmoniques multiples de la fréquence fondamentale du signal f_0 ($A_0, 1f_0, 3f_0, 5f_0, \text{etc.}$) (voir les figures ci-dessous). Le filtre permet de supprimer

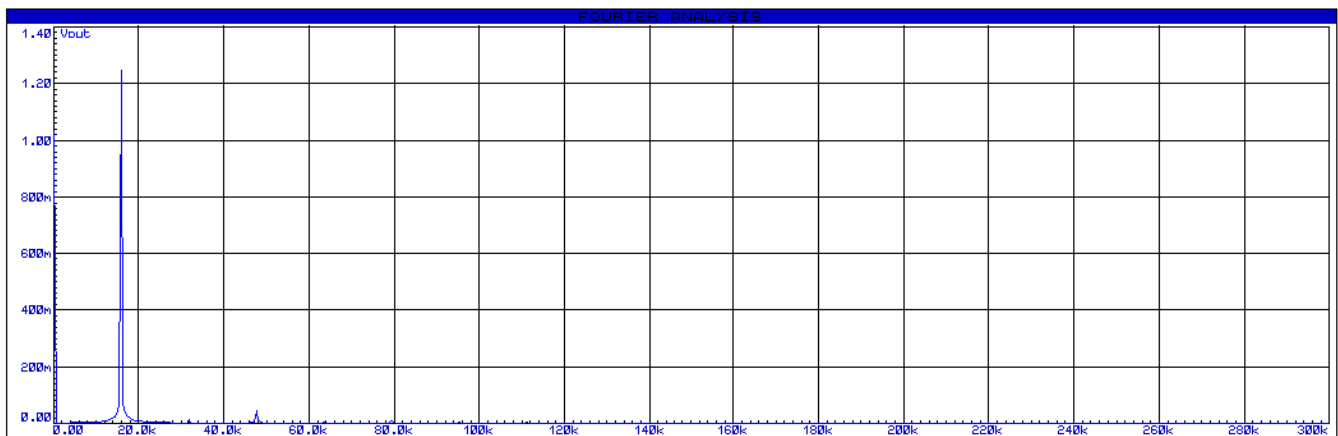


les harmoniques $3f_0$, $5f_0$, etc. et maintenir la fréquence fondamentale f_0 et la **composante DC** A0.

- **La FFT du signal $V_{in}(t)$ (avant le filtrage - entrée du filtre)**



- **La FFT du signal $V_{out}(t)$ (après le filtrage - sortie du filtre)**

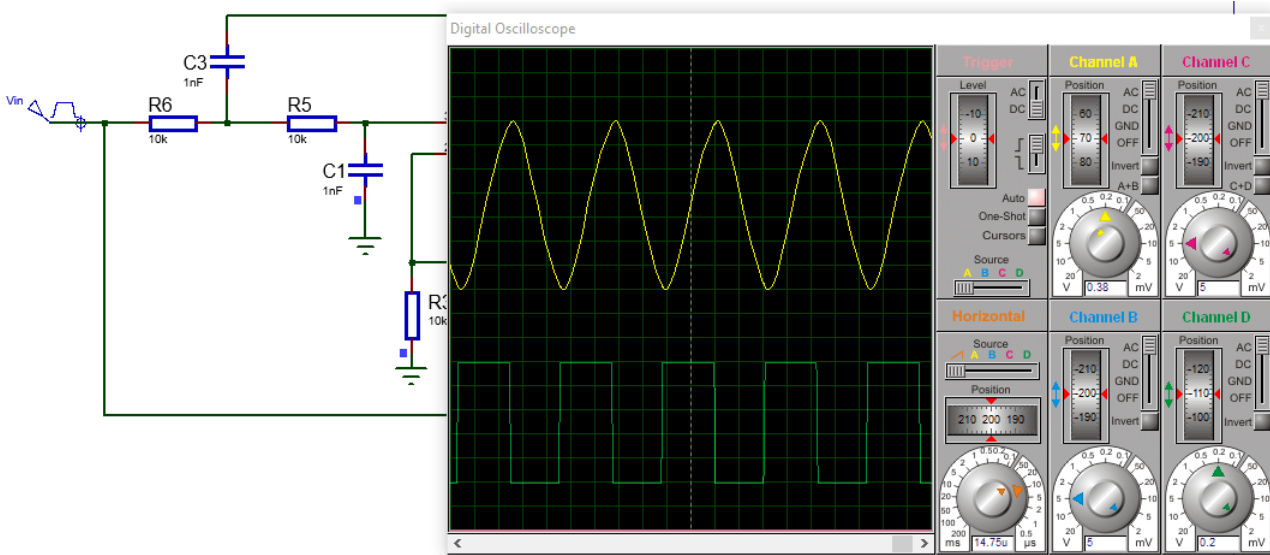


- **Simulation du montage**

On considère le montage précédent avec $R_5=R_6=10k$ fixent. On injecte un signal carré de fréquence égale à la fréquence de coupure du filtre. D'après les simulations, on obtient un



signal presque sinusoïdal à la sortie du filtre avec un déphasage (retard) par rapport au signal carré. Par conséquent, le filtre à bien illuminer les harmoniques secondaires constituant le signal d'entrée et garder uniquement la fréquence fondamentale. On constate également la présence de la composante continue dans le signal de sortie : Le filtre a un comportement passe-bas, donc on présence l'ensemble de la bande basse du signal y compris la fréquence nulle (composante DC).



On peut réduire la composante DC en utilisant un *condensateur* à la sortie ou un filtre passe-bande à la place du filtre PB.

Programme MikroC

```
#include <built_in.h>

// LCD module connections
sbit AD5220_CLK at RD0_bit;
```



```
sbit AD5220_CS at RD1_bit;
sbit AD5220_UP at RD2_bit;

void main()
{
// Configure AN pins as digital
ANSEL = 0;
ANSELH = 0;

// Port A en entrée
TRISA=0xFF;

// Configuration en sortie des ports
TRISD=0;

// Initialisation AD5220
PORTD=0xFF;
AD5220_CLK=1;
AD5220_CS=1;
AD5220_UP=1;

while(1)
{
// UP Counter
if (Button(&PORTA, 0, 1, 1))
{
// Activation du circuit AD5220
AD5220_CS=0;
delay_ms(10);

// Mode incrémentation
AD5220_UP=1;
delay_ms(10);

// Activation de l'horloge
AD5220_CLK=0;
delay_ms(10);

// Initialisation AD5220
AD5220_CLK=1;
AD5220_CS=1;
AD5220_UP=1;

// Tempo cycle
```



```
Delay_ms(100);
}

// Down Counter
if (Button(&PORTA, 1, 1, 1))
{
// Activation du circuit AD5220
AD5220_CS=0;
delay_ms(10);

// Mode décrémentation
AD5220_UP=0;
delay_ms(10);

// Activation de l'horloge
AD5220_CLK=0;
delay_ms(10);

// Initialisation AD5220
AD5220_CLK=1;
AD5220_CS=1;
AD5220_UP=1;

// Tempo cycle
Delay_ms(100);
}

// Initialisation AD5220
AD5220_CLK=1;
AD5220_CS=1;
AD5220_UP=1;

}
}
```



Autres filtres

- Voir le [logiciel](#) de synthèse des filtres actifs dans la rubrique « logiciel »

Téléchargement

- [ISIS: Filtre analogique ajustable avec microcontrôleur](#)
- [MikroC: Filtre analogique ajustable avec microcontrôleur](#)

[Retour à l'accueil MikroC](#)

[Nous Soutenir](#) 

Le blog contient des publicités, elles permettent de financer l'hébergement et maintenir le blog en fonctionnement. Vous pouvez utiliser adblock pour une lecture sans publicités.