

# Cours BASCOM-AVR

## 6ième partie

# Générateur DDS avec ATmega32

Burkhard KAINKA (Allemagne)

Les 5 premières parties du cours ont déjà permis d'illustrer de nombreuses techniques de programmation et de possibilités d'utilisation de l'ATmega. La dernière partie, consacrée à une application pratique, illustre encore quelques astuces de développement.

Pour se faire une idée de toutes les possibilités offertes par Bascom et un ATmega, il suffit de jeter un coup d'œil à l'assistance de BASCOM, en particulier aux nombreuses commandes Config (figure 1). Un grand nombre d'éléments de circuit ont déjà été utilisés dans ce cours et dans le projet ATM 18. Ce sont :

- matériel et logiciel d'interfaces COM ;
- ports, entrée, sortie, pull-up ;
- convertisseurs CAN ;
- temporisateurs et compteurs ;
- interruptions du temporisateur ;
- sorties PWM ;
- réception RC5 ;
- master I<sup>2</sup>C ;
- impulsions de servocommande ;
- bus unifilaire (dans ce numéro).

On utilise encore bien d'autres circuits internes et externes. Plus on traite des cas particuliers et plus les contrôleurs diffèrent. Il est parfois impossible d'éviter une étude attentive des descriptifs techniques.

L'exemple présenté ici traite de la conception d'un générateur BF selon le principe DDS (*Direct Digital Synthesis*, la synthèse numérique directe). Cela donnera aussi l'occasion de raccorder du nouveau matériel – un LCD en l'occurrence. Il suffit de quelques lignes de ports disponibles. Le générateur DDS engendre un signal sinusoïdal à une sortie PWM. Deux touches permettent d'ajuster la fréquence par pas de 10 Hz. La fréquence actuelle est affichée sur un LCD et envoyée à l'interface COM. Le Mega32, très répandu et possédant un grand nombre de sorties, est utilisé dans l'exemple. D'autres contrôleurs de la série ATmega peuvent être utilisés moyennant quelques modifications.

### Le principe

Le schéma fonctionnel facile à comprendre (figure 2) représente le circuit externe du microcontrôleur. Un filtre

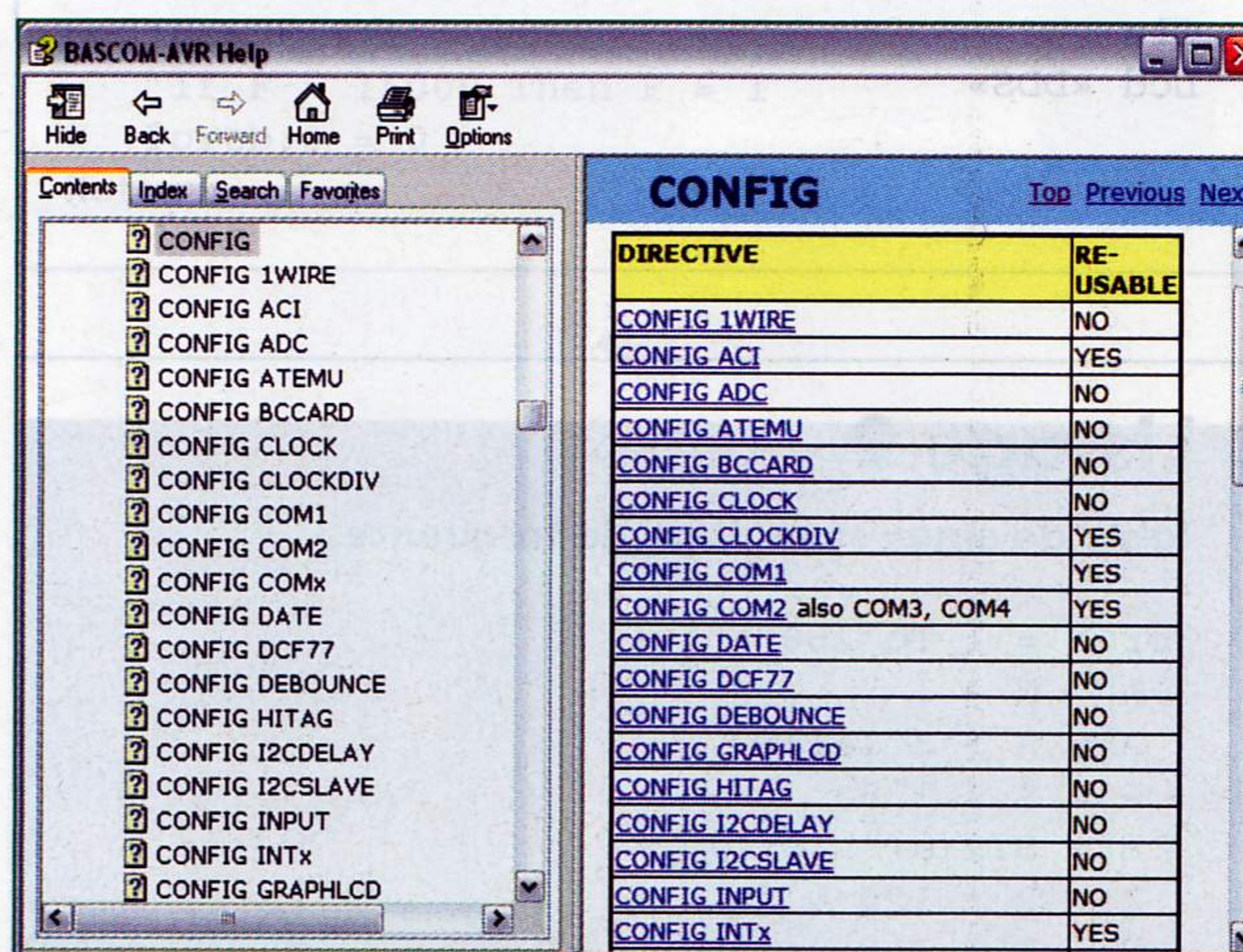


Figure 1. Du « matériel » supplémentaire dans l'assistance Bascom.

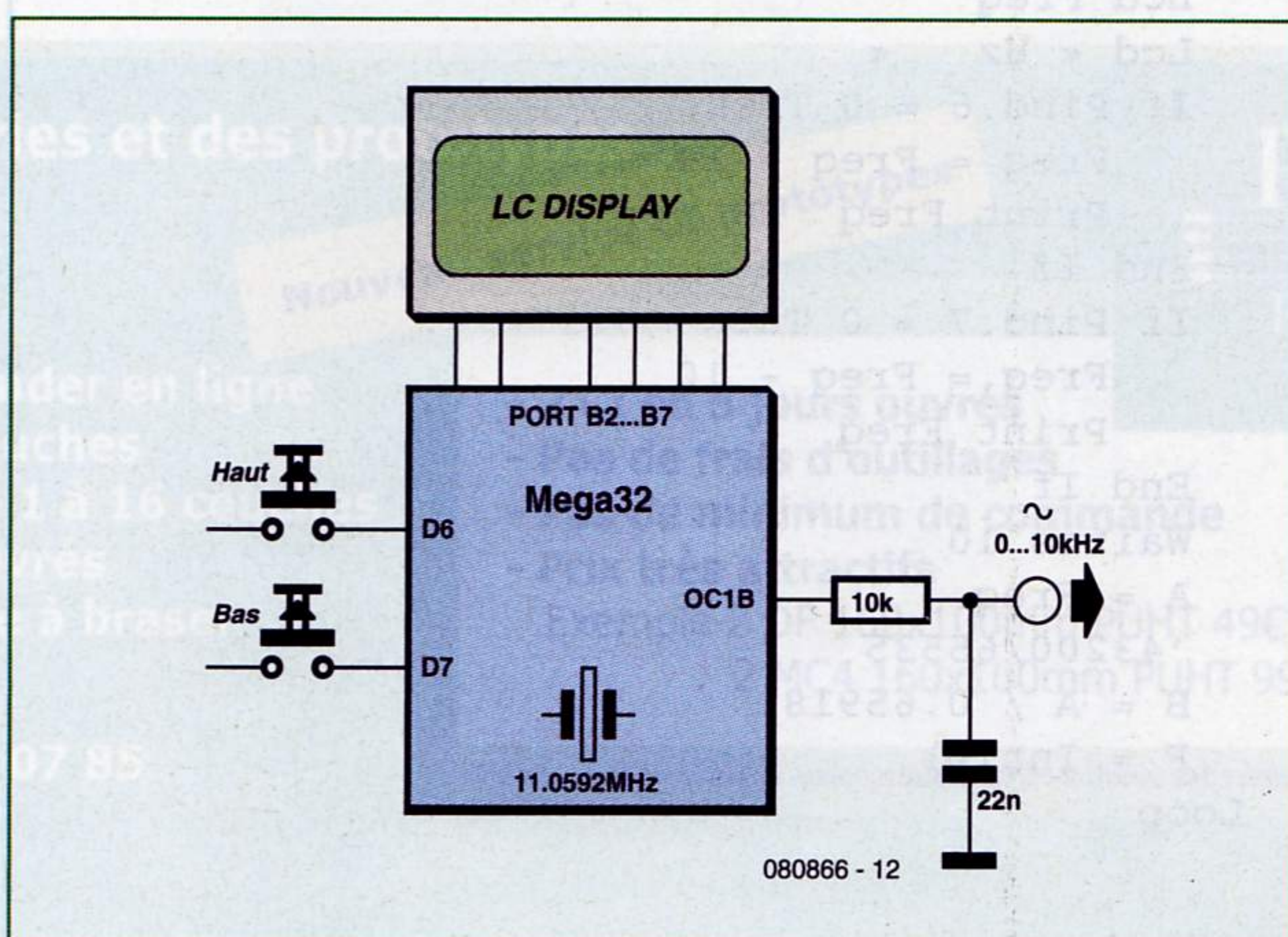


Figure 2. Schéma fonctionnel du générateur DDS.

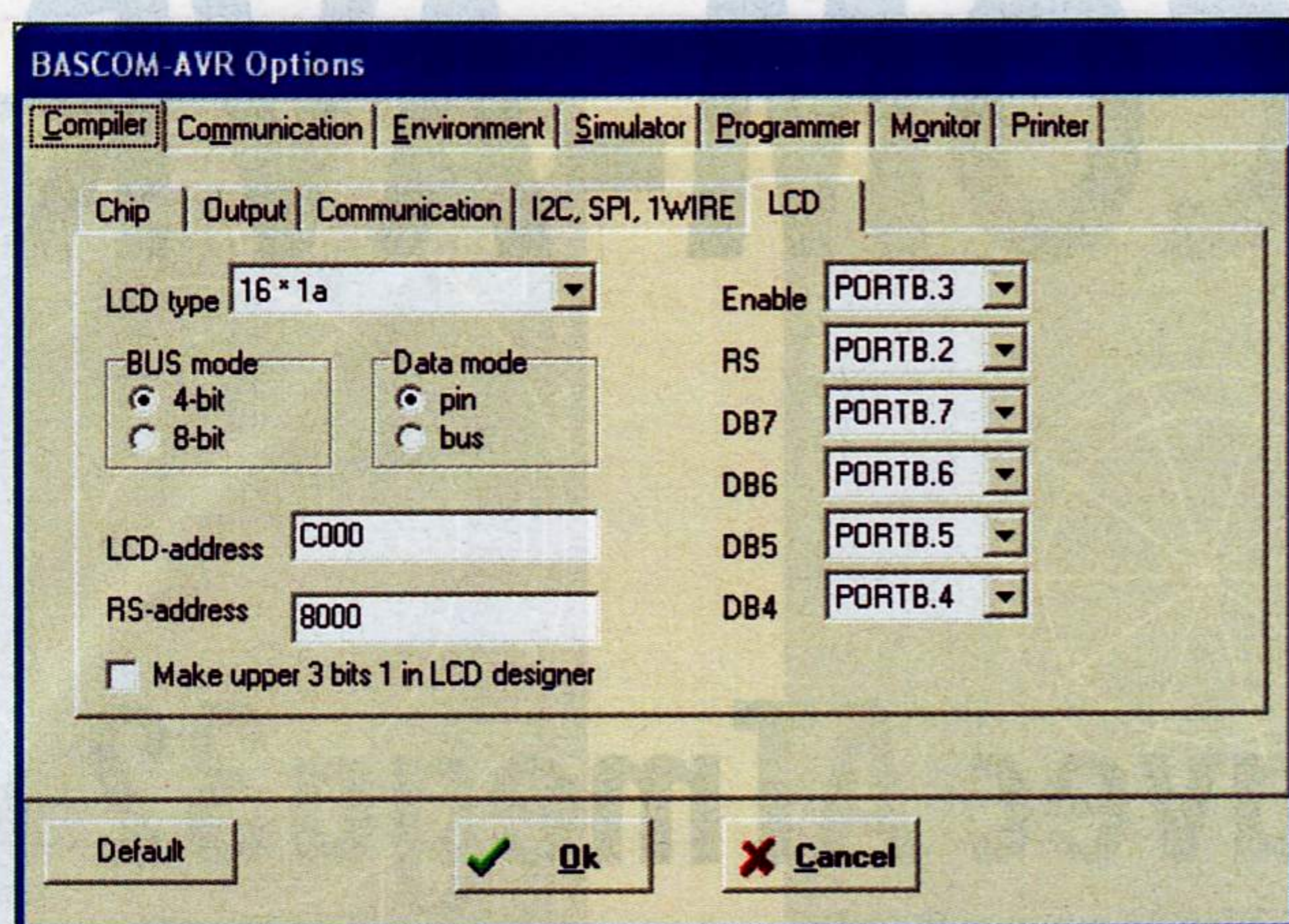


Figure 3.  
Réglages pour  
l'afficheur LC.

## Listage 1

### Initialisation et utilisation du LCD

```
Config Lcdpin = Pin , Db4 = Portb.4 ,
    Db5 = Portb.5 , Db6 = Portb.6 ,
    Db7 = Portb.7 , E = Portb.3 , Rs =
    Portb.2
Config Lcd = 16 * 2
Initlcd
Cls
Lcd «DDS»
```

## Listage 2

### Table de sinus et réglage de fréquence

```
For N = 1 To 256
    A = N - 1
    A = A * 3.1415
    A = A / 128
    B = Sin(a)
    B = B * 120
    B = B + 128
    Table(n) = Int(b)
Next N

Freq = 10
Do
    Locate 2 , 1
    Lcd Freq
    Lcd « Hz »
    If Pind.6 = 0 Then
        Freq = Freq + 10
        Print Freq
    End If
    If Pind.7 = 0 Then
        Freq = Freq - 10
        Print Freq
    End If
    Waitms 10
    A = Freq
    `43200/65535
    B = A / 0.65918
    F = Int(b)
Loop
```

Le filtre passe-bas convertit le signal PWM à la sortie OC1B en un sinus. Ce filtrage élémentaire est loin d'être idéal mais suffit pour des essais préliminaires. Il serait idéal de disposer d'un filtre multipolaire à flancs abrupts avec une fréquence limite de 15 kHz. Il est par contre possible de raccorder sans filtre un simple vibreur piézoélectrique.

## Afficheur LC

Normalement, 6 lignes de ports suffisent pour utiliser un LCD directement et sans composants supplémentaires dans votre projet (ajoutons bien entendu la tension d'alimentation, la masse et la tension de réglage du contraste). Le LCD est généralement piloté en mode 4 bits. Chaque octet est transmis en deux moitiés. Ajoutons encore 2 lignes de commande E et RS aux 4 lignes de données disponibles.

Les lignes utilisées peuvent être choisies dans le menu Options/Compiler/LCD (**figure 3**). Spécifier de préférence les lignes dans le texte du code source (Config Lcdpin). Particulièrement recommandé lors de l'utilisation de différents systèmes. Indiquer aussi au même endroit le type de LCD (Config Lcd = 16 \* 2). Le LCD mis sous tension affiche une ligne sombre et une ligne claire. La ligne sombre s'éclaircit aussi lors de l'initialisation (Initlcd). On peut alors afficher du texte (Lcd «Texte») ou des valeurs numériques (LCD Freq). La position d'écriture avance automatiquement, mais la deuxième ligne ne suit pas automatiquement la première. Pour écrire par exemple à une position déterminée de la deuxième ligne, il faut tout d'abord s'y placer (Locate 2,5). L'affichage peut être intégralement effacé sur commande (Cls).

L'exemple de **Listage 1** écrit un texte sur la première ligne. La fréquence et l'unité « Hz » sont écrites sur la ligne suivante. Comme la longueur des nombres peut varier, il est prudent d'ajouter quelques espaces (voir **Listage 2**). On écrase ainsi tout reste précédent d'écriture encore affiché.

## Table de sinus et réglage de fréquence

Le générateur DDS proprement dit doit disposer d'une table de sinus. Elle comporte 256 points d'échantillonnage en format byte. Ce sont les valeurs analogiques présentes à la sortie du modulateur PWM quand celui-ci est actif.

La fréquence de sortie au démarrage est Freq=10 Hz (voir **Listage 2**). Les 2 touches à PD6 et PD7 permettent d'accroître et de réduire la fréquence par pas de 10 Hz. La fréquence actuelle est écrite continuellement sur la deuxième ligne du LCD. Le PC ne reçoit un message que lors d'un changement. Le LCD n'est donc pas indispensable. Rien n'empêche de choisir la fréquence du générateur DDS pour accorder un instrument de musique au « la » normal (440 Hz). Un facteur convertit la fréquence en Hz en une valeur de commande F. Une variation de F agit immédiatement sur la fréquence de sortie. Cette réaction instantanée est obtenue grâce à un sous-programme d'interruption.

## Temporisateurs et DDS

Le générateur de sinus fonctionne selon le principe DDS avec une table de sinus contenant des valeurs d'échantillonnage en format byte. La valeur constante de la variable F est ajoutée cycliquement à un accumulateur de phase (variable Accu). Cela détermine une nouvelle position dans la table de sinus. En fait, seul l'octet de poids élevé de l'accumulateur 16 bits est utilisé comme pointeur d'adresse. Si

F contient 1, 256 dépassements de la capacité du temporisateur sont nécessaires pour atteindre la valeur suivante de la table. Le signal sinusoïdal est engendré à une fréquence de 0,65918 Hz. Cette fréquence correspond aussi à la résolution du réglage de fréquence : plus les valeurs de F sont élevées et plus la table est rapidement parcourue. Des valeurs d'échantillonnage sont sautées si F dépasse 256, mais le signal reste sinusoïdal. À la fréquence limite de 10 kHz le nombre d'échantillons du sinus à la sortie est d'environ quatre. Un bon filtre passe-bas permet toutefois d'obtenir un signal propre, même dans ces conditions.

Le programme comporte 2 temporisateurs. Timer 1 engendre le signal PWM 8 bits. Dans ce cas, la fréquence PWM est de  $11\,059\,200\text{ Hz} / 256 = 43\,200\text{ Hz}$ . Le temporisateur 8 bits Timer 0 produit un dépassement de capacité sans prédiviseur à cette même fréquence de 43,2 kHz. Le sous-programme d'interruption est appelé à cette fréquence. Il calcule chaque fois une nouvelle valeur de sortie et l'écrit dans le registre PWM (**Listage 3**).

Quand une interruption de temporisation se produit à fréquence élevée sans prédiviseur, il ne reste que 256 impulsions d'horloge pour effectuer l'intégralité du traitement. Ce laps de temps doit suffire pour traiter les lignes de code dans le sous-programme d'interruption, ainsi que pour effectuer la sauvegarde des registres de travail sur la pile et leur restauration. Le temps de calcul disponible peut devenir critique. Il est donc indispensable d'évaluer le pourcentage utilisé. La méthode la plus simple fait appel à un port placé à l'état haut (Portb.0 = 1) au début du sous-programme d'interruption et remis à l'état bas (Portb.0 = 0) à la fin. Il suffit alors d'un oscilloscope pour observer directement le temps de calcul. Dans notre cas, le rapport impulsion/pause n'atteint pas encore 50%. Le temps restant est à la disposition du programme principal. L'introduction d'un délai (Delayms) provoque déjà une augmentation notable de l'unité de temps.

Deux lignes du sous-programme d'interruption sont commentées. Supprimez les marques de commentaire et vous disposerez d'un générateur de balayage (*sweep generator*). La fréquence augmente continuellement. On obtient environ 3 cycles de 0 à 10 kHz par seconde. L'oscilloscope affiche alors la courbe de réponse de notre simple filtre passe bas (**figure 4**). Raccordez un convertisseur piézo et il émettra un gazouillis caractéristique.

(080866-I, trad. Softcraft)

## BASCOM-AVR complet à prix réduit

Une version complète à prix réduit de BASCOM-AVR est désormais disponible (uniquement par téléchargement) dans l'e-Choppe. Pour plus d'informations connectez-vous à [www.elektor.fr/bascom-avr](http://www.elektor.fr/bascom-avr).

Cette offre a une durée limitée.

### Listage 3 Le générateur DDS

```

Config Timer1 = Pwm , Prescale = 1 , Pwm = 8 ,
    Compare A Pwm = Clear Down ,
    Compare B Pwm = Clear Down
Config Timer0 = Timer , Prescale = 1
On Ovfl0 Tim0_isr
Enable Timer0
Enable Interrupts
Pwm1a = 127
Pwm1b = 0

Tim0_isr:
'Timer 43.2 kHz at 11,0592 MHz
    Portb.0 = 1
    Accu = Accu + F
    N = High(accu)
    Pwm1b = Table(n)
    'F = F + 1
    'If F > 15000 Then F = 1
    Portb.0 = 0
Return
    
```

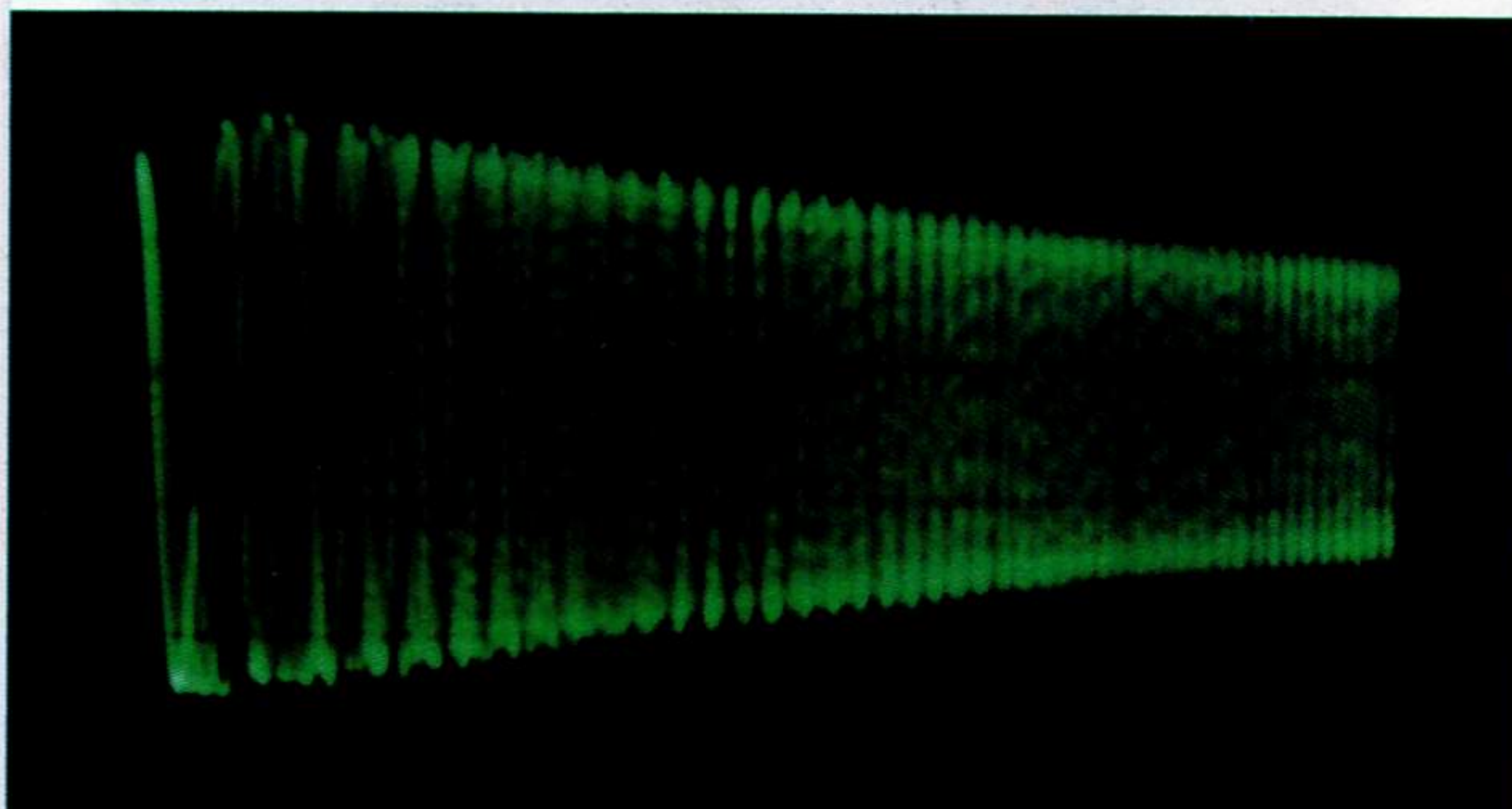


Figure 4. Le signal de balayage vu à l'oscilloscope.

Anzeige

Spécialiste des CI de l'unité aux petites séries et des prototypes

**EURO**  
CIRCUITS

Calculer les prix et commander en ligne  
Prix très attractifs 1 à 8 couches  
Toutes options On demand 1 à 16 couches  
Délai à partir de 3 jours ouvrés  
Service pochoirs écran pâte à braser

Nouveau service CI prototypes

- 2 CI en 5 jours ouvrés
  - Pas de frais d'outillages
  - Pas de minimum de commande
  - Prix très attractifs
- Exemple 2 DF 160x100mm PUHT 49€  
2 MC4 160x100mm PUHT 99€

Offre non contractuelle susceptible d'être modifiée sans information préalable

Une équipe novatrice à votre écoute: +33 (0)3 86 87 07 85

[www.eurocircuits.fr](http://www.eurocircuits.fr)

**PCB**  
PROTO