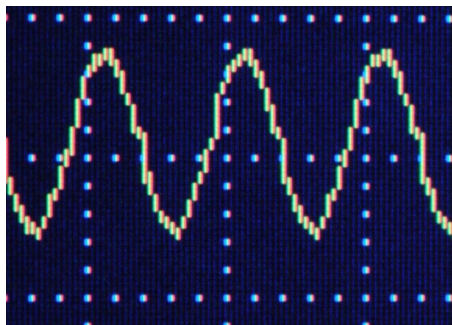




<i>Fiche de travail 1</i>	Échantillonnage	3
<i>Fiche de travail 2</i>	Théorème de Nyquist	5
<i>Fiche de travail 3</i>	Conversion analogique-numérique	7
<i>Fiche de travail 4</i>	Conversion numérique-analogique	9
<i>Fiche de travail 5</i>	Bruit	12
<i>Fiche de travail 6</i>	Rapport signal/bruit	14
<i>Fiche de travail 7</i>	Phase	16
<i>Fiche de travail 8</i>	Manipulation des signaux	18
<i>Fiche de travail 9</i>	Détection de niveau	20
<i>Fiche de travail 10</i>	Analyse de Fourier	22
<i>Fiche de travail 11</i>	Les bases de Fourier	24
<i>Fiche de travail 12</i>	Filtre numérique	26

## Échantillonnage



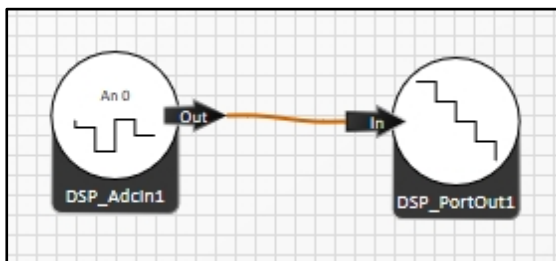
L'enregistrement audio numérique prélève des échantillons du signal audio à intervalles réguliers. Le nombre d'échantillons prélevés chaque seconde est appelé "taux d'échantillonnage". Plus la fréquence d'échantillonnage est élevée, plus le résultat est proche de l'original, mais plus le fichier de données résultant est volumineux. Il faut trouver un compromis !

### À propos du programme

Ce programme échantillonne un signal analogique à l'entrée "IN0" et le reconstruit à la sortie "OUT0". Étant donné que le signal est échantillonné à des moments discrets, au lieu d'être surveillé en permanence, le signal de sortie présente des étapes. Le signal analogique d'entrée varie continuellement, mais le signal de sortie ne change qu'à des moments discrets, lorsqu'il est échantillonné.

Le programme utilise le paramètre 'ENC0' du codeur pour définir le taux d'interruption. La routine d'interruption échantillonne périodiquement le signal d'entrée et l'utilise pour générer la sortie.

La fréquence d'échantillonnage de 44,1 kHz est incluse parce qu'elle est typique des applications audio numériques. Elle est plus de deux fois supérieure à la limite supérieure de fréquence de l'audition humaine. D'un point de vue mathématique, elle possède également un grand nombre de facteurs, une propriété utile !

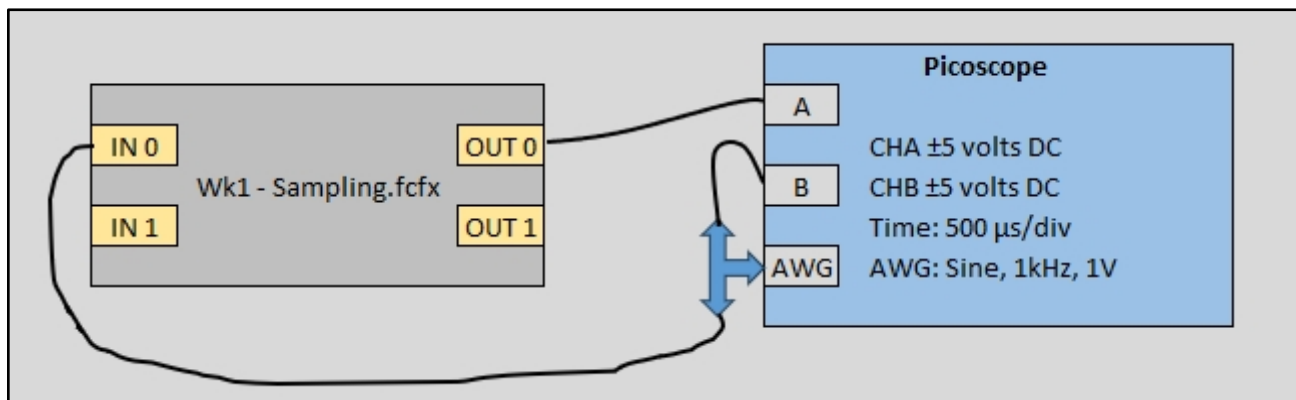


### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Wk1 - Sampling.fcx
<b>Entrées</b>	IN0 - signal à échantillonner (couplage AC)
	AWG - réglé pour générer un signal sinusoïdal d'une amplitude de 1V et d'une fréquence de 1kHz
<b>Sorties</b>	OUT0 = signal reconstruit
<b>Interruption DSP</b>	8 kHz, 16 kHz ou 44,1 kHz
<b>Contrôles</b>	ENC0' sélectionne le taux d'interruption et donc le taux d'échantillonnage.
<b>Indicateurs</b>	La 'LED1' est un 'battement de cœur' qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution. L'affichage indique la fréquence d'échantillonnage sélectionnée.

## Échantillonnage

### Matériel et installation :

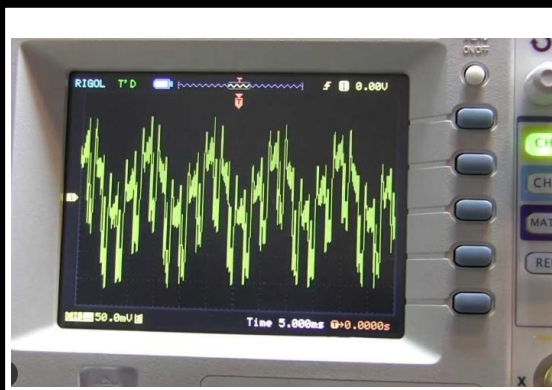


### À vous de jouer :

- Réglez l'AWG du PicoScope pour générer une onde sinusoïdale d'une fréquence de 1 kHz et d'une amplitude de 1 V.
- Utilisez un connecteur en T pour connecter ce signal à la fois à la prise d'entrée "IN0" des Sysblocks et au canal B du PicoScope.
- Connecter la prise de sortie Sysblocks 'OUT0' au canal A du PicoScope, avec un réglage de base de temps de 500 μs/div.
- Comparez les signaux de sortie pour des fréquences d'échantillonnage de 8, 16 et 44,1 kHz.
- Utilisez les curseurs pour mesurer la durée de chaque étape (correspondant au temps d'échantillonnage).
- Comparez les formes d'onde d'entrée et de sortie. Remarquez que le signal reconstruit est effectivement retardé de la moitié de la période d'échantillonnage.

### Défi

- À l'aide de l'outil "Math" de l'oscilloscope, soustrayez le signal reconstruit du signal original. Le résultat est appelé "bruit de quantification".
- Voyez comment cela varie en fonction de la fréquence d'échantillonnage.
- Modifiez la forme et la fréquence du signal d'entrée et observez les effets.
- Branchez des haut-parleurs ou un casque sur la prise "LINE OUT" et comparez les sons produits.



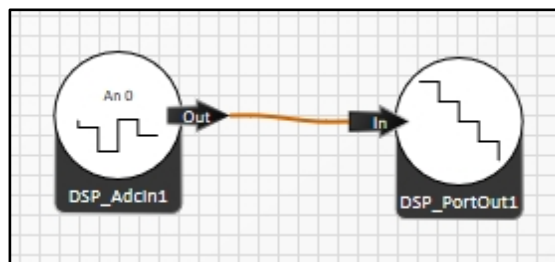
Lorsque la fréquence d'échantillonnage est très inférieure à la fréquence du signal, la reconstruction qui en résulte n'est pas une bonne représentation de l'original. Elle peut même générer de fausses fréquences de sortie, connues sous le nom d'alias. Le théorème d'échantillonnage de Nyquist spécifie la fréquence d'échantillonnage minimale pour un signal donné.

### À propos du programme

Une fois encore, le programme échantillonne un signal analogique à l'entrée "IN0" et le reconstruit à la sortie "IN0".

OUT0'. L'encodeur 'ENC0' règle à nouveau la fréquence d'échantillonnage.

Au fur et à mesure que la fréquence du signal augmente, il arrive un moment où l'onde reconstruite semble avoir une fréquence inférieure à celle de la forme d'onde d'entrée. C'est ce qu'on appelle le repliement.



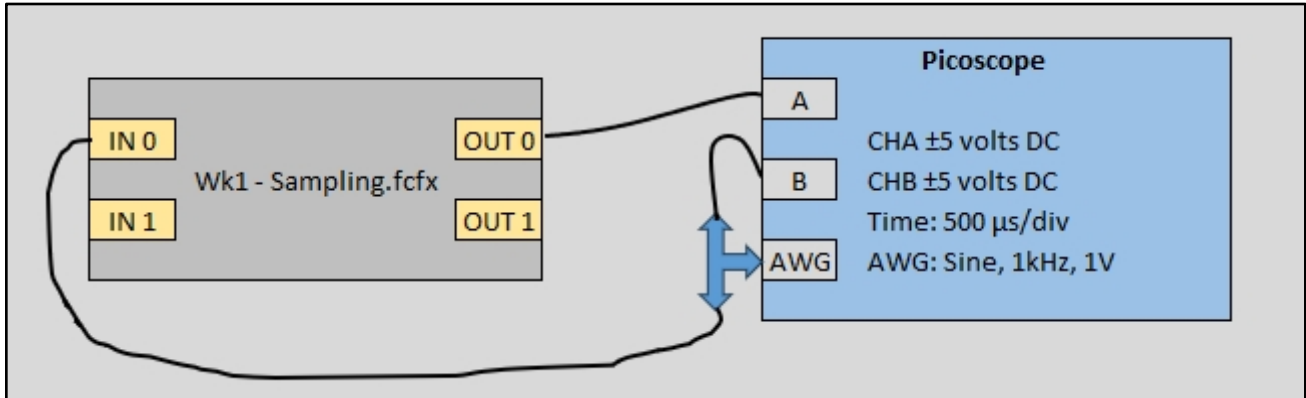
### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Wk2 - Nyquist.fcfx
<b>Entrées</b>	IN0 - signal à échantillonner (couplage AC)
	AWG - réglé pour générer un signal sinusoïdal d'une amplitude de 1V et fréquence 1kHz
<b>Sorties</b>	OUT0 - signal reconstruit
<b>Interruption DSP</b>	10 kHz ou 20 kHz
<b>Contrôles</b>	ENC0' sélectionne le taux d'interruption et donc le taux d'échantillonnage.
<b>Indicateurs</b>	La 'LED1' est un 'battement de cœur' qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution. L'affichage indique la fréquence d'échantillonnage sélectionnée.

# Fiche de travail 2

## Théorème de Nyquist

### Matériel et installation :



Le matériel est configuré comme dans la feuille de travail 1.

### À vous de jouer :

- Réglez l'AWG du PicoScope pour générer une onde sinusoïdale d'une fréquence de 1 kHz et d'une amplitude de 1 V.
- Réglez la fréquence d'échantillonnage sur 10 kHz.
- Comparez les signaux d'origine et de sortie comme précédemment.
- Augmentez la fréquence du signal d'entrée par pas de 1 kHz et observez l'effet.
- Trouvez le point où l'onde reconstruite semble avoir une fréquence inférieure à celle du signal d'entrée. Mesurez la fréquence apparente de cette onde reconstituée.
- Répétez la même procédure pour une fréquence d'échantillonnage de 20 kHz et comparez l'effet.
- Utilisez l'analyseur de spectre de l'oscilloscope et comparez les deux taux d'échantillonnage. Essayez d'interpréter ce que montre l'analyseur de spectre.

### Défi

- Modifiez l'AWG du PicoScope pour générer des ondes carrées puis triangulaires. Dans quelle mesure ces ondes sont-elles reproduites ?
- Quel est l'effet d'une onde carrée sur l'analyseur de spectre et pourquoi ?
- Regardez la vue de l'analyseur de spectre. Ces ondes ont des composantes à des fréquences supérieures à leur fréquence fondamentale. Bien que la fréquence fondamentale puisse répondre au critère de Nyquist, les composantes de fréquence plus élevée seront perdues. La fréquence de la sortie peut correspondre à celle de l'entrée, mais sa forme n'est pas la même.

# Fiche de travail 4

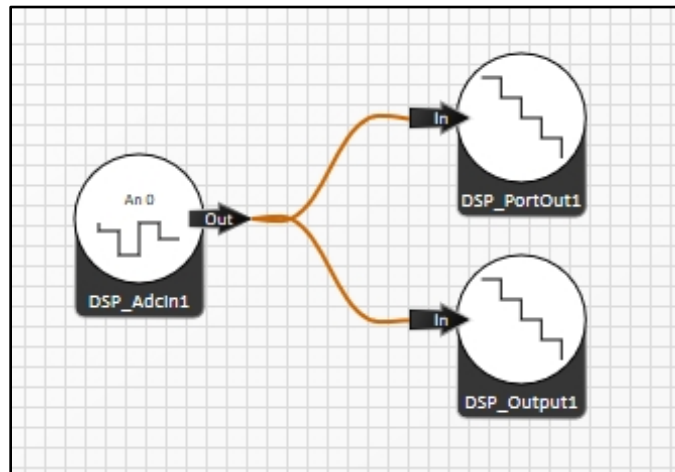
## Systemes et signaux numérique



Le monde extérieur est un environnement largement analogique - sons plus ou moins forts, lumières plus ou moins brillantes, etc. Les microprocesseurs, et une grande partie de l'électronique moderne, sont numériques et les quantités sont généralement exprimées à l'aide de nombres binaires, de "0" et de "1". Lorsque des informations sont transmises du monde extérieur à un système à microprocesseur, un convertisseur analogique/numérique convertit ces formats de données.

### À propos du programme

Le premier programme utilise les signaux du Picoscope 'AWG' et les convertit en signaux numériques. Ceux-ci sont affichés sur la matrice "VU" de la carte Sysblocks.



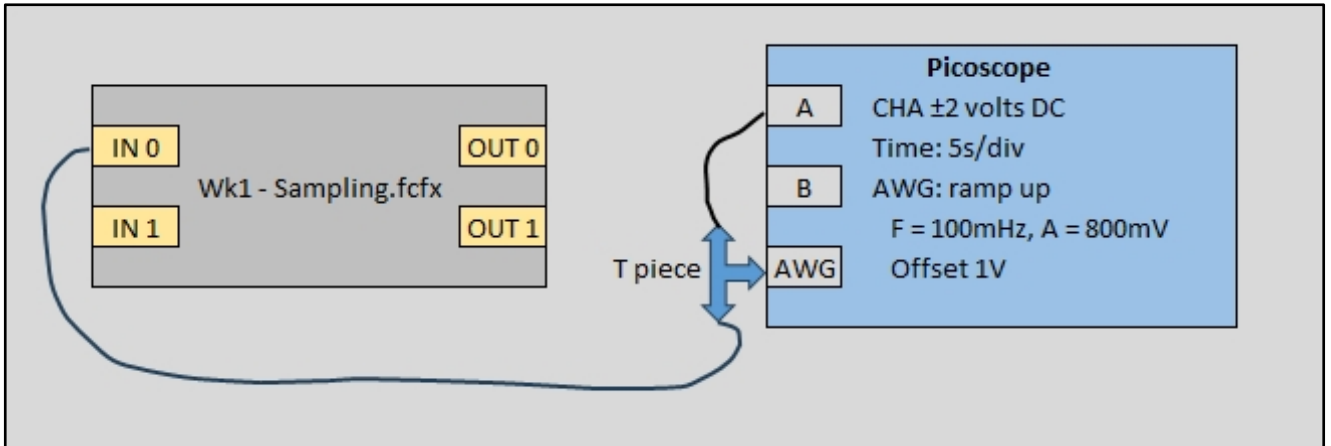
### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Wk3 - ADC.fcx
<b>Entrées</b>	IN0 - signal à échantillonner (couplage DC)
	AWG - réglé pour générer un signal de rampe ascendante d'une amplitude de 800mV, d'une fréquence de 100mHz et d'un décalage en courant continu de 1V
<b>Sorties</b>	LEDs sur la matrice "VU" de la carte Sysblocks
<b>Interruption DSP</b>	100 kHz
<b>Contrôles</b>	Aucun
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

# Fiche de travail 4

## Systèmes et signaux numérique

### Matériel et installation :



### À vous de jouer :

- Pour commencer, réglez le Picoscope AWG pour qu'il délivre un signal de rampe ascendante d'une fréquence de 100mHz, d'une amplitude de 800mV et d'un décalage en courant continu de 1V.
- Observez les DEL de la matrice de l'UEV. Elles indiquent la sortie numérique correspondant à l'entrée de la rampe signal.
- Expérimentez les réglages de l'AWG en observant les LED de la matrice VU.

### Défi

- Ensuite, modifiez l'AWG du PicoScope pour générer une tension continue. Dans ce mode, le paramètre "Amplitude" est grisé et le champ "Offset" détermine la taille de la tension de sortie.
- Pour une gamme de tensions continues, tracez un graphique du nombre binaire résultant affiché sur l'écran de l'UEV. matrice. Utilisez les résultats pour déterminer la résolution de l'ADC.



# Fiche de travail 4

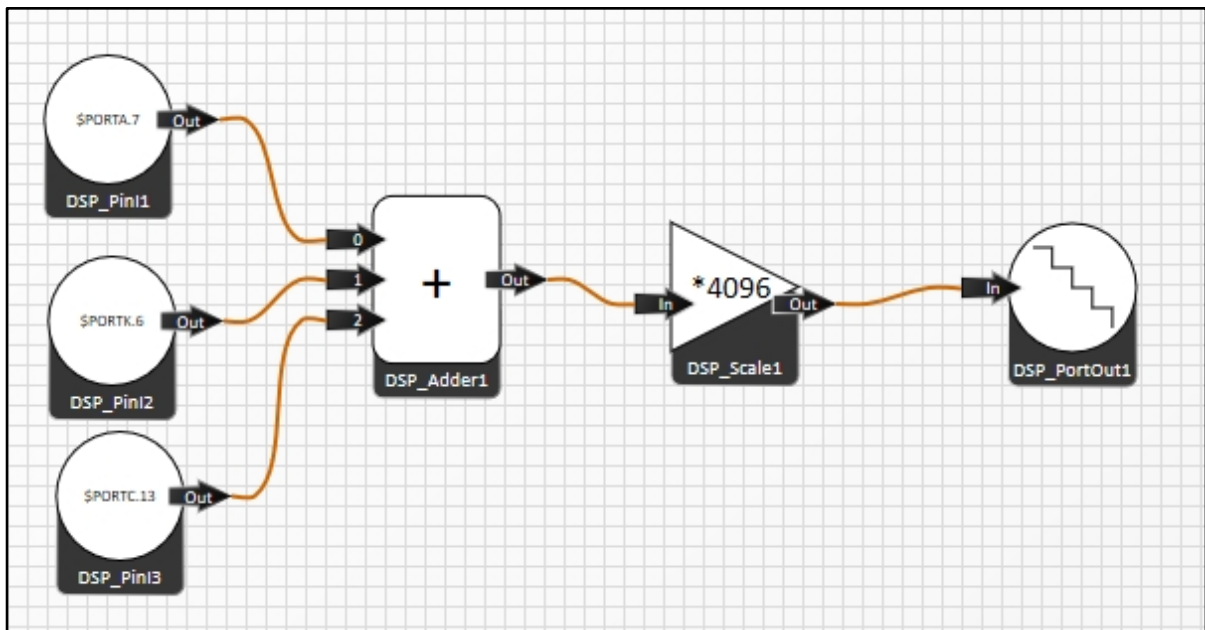
## Conversion numérique-analogique



Le monde extérieur est un environnement largement analogique -sons plus ou moins forts, lumières plus ou moins brillantes, etc.  
Les microprocesseurs, et une grande partie de l'électronique moderne, sont numériques et les quantités sont généralement exprimées à l'aide de nombres binaires, des "0" et des "1".  
La conversion entre les deux est effectuée à l'aide d'un convertisseur numérique-analogique.

### Premier programme

Le premier programme utilise les trois interrupteurs de la carte Sysblocks pour entrer un nombre numérique de 3 bits. L'équivalent analogique apparaît sur la sortie 'OUT0'.



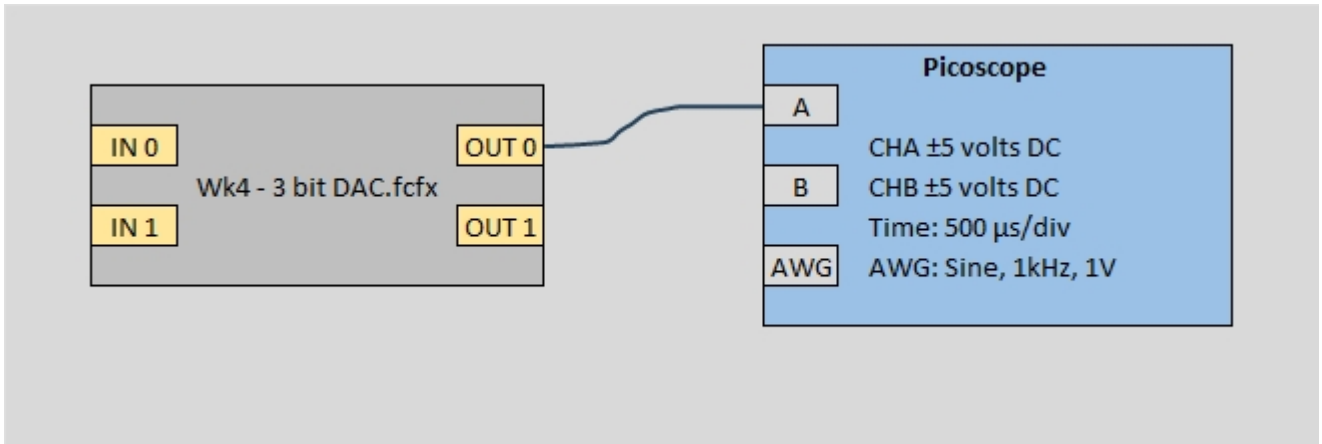
### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Wk4 - 3-Bit DAC.fcfx
<b>Entrées</b>	SW2" - bit le plus significatif (2)
	SW0" - bit (1)
	SW1" - bit de poids faible (0)
<b>Sorties</b>	OUT0 - résultat de la conversion numérique-analogique
<b>Interruption DSP</b>	100 kHz
<b>Contrôles</b>	Aucun
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

# Fiche de travail 4

## Conversion numérique-analogique

### Matériel et installation :



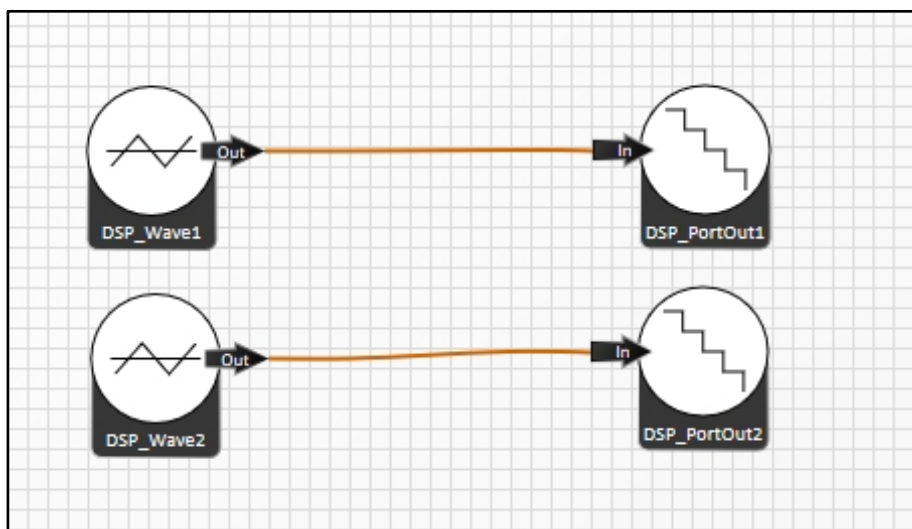
### À vous de jouer :

- Le programme vous permet d'entrer un nombre numérique de 3 bits, via les commutateurs de la carte Sysblocks, de le convertir en une tension analogique et de l'émettre sur les ports de sortie 'OUT0'. Visualisez le résultat sur l'oscilloscope, en utilisant une base de temps lente et observez l'effet de l'actionnement des commutateurs.
- Mesurer la tension de quantification (échelon de tension) générée par le programme.
- Complétez un tableau indiquant la tension de sortie analogique pour chaque valeur d'entrée numérique.

### Deuxième programme

Dans le programme suivant, deux "générateurs de formes d'onde" DSP créent des formes d'onde triangulaires à différentes fréquences. Celles-ci sont envoyées via deux canaux DAC et peuvent ensuite être visualisées sur un oscilloscope.

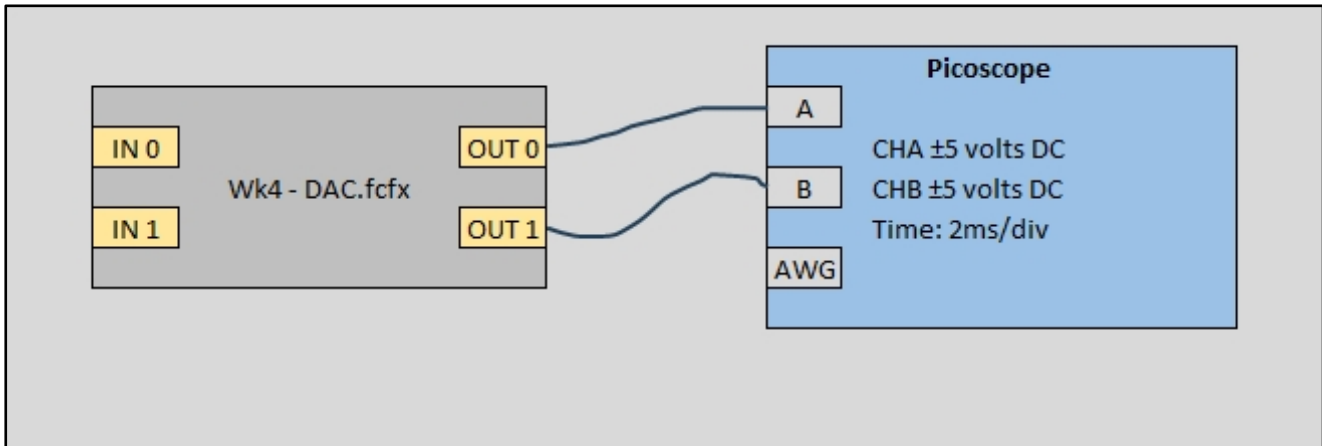
Ces signaux sont quantifiés à la fois en tension et en temps. La quantification dans le temps reflète la fréquence d'échantillonnage du signal. La quantification en tension est le résultat de deux processus différents : les pas d'échantillonnage dans le générateur DSP et la résolution de l'oscilloscope numérique.



# Fiche de travail 4

## Conversion numérique-analogique

### Matériel et installation :

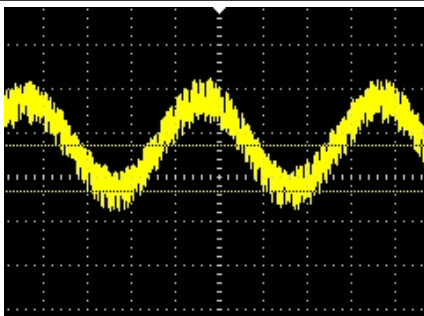


### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Semaine 4 - DAC.fcx
<b>Entrées</b>	Aucun
<b>Sorties</b>	OUT0 = Onde générée 1 OUT1 = Onde générée 2
<b>Interruption DSP :</b>	100kHz
<b>Contrôles</b>	Aucun
<b>Indicateurs</b>	La LED1 est un "battement de cœur" indiquant que la boucle principale est en cours d'exécution.

### À vous de jouer :

- Dans ce programme, deux "générateurs de formes d'onde" DSP émettent des signaux de forme d'onde triangulaire ayant des fréquences différentes aux ports de sortie. Visualisez-les sur l'oscilloscope.
- Les deux montrent des étapes de quantification, à la fois en tension et en temps. La quantification temporelle reflète le taux d'échantillonnage utilisé. La quantification en tension est le résultat de deux effets, les pas d'échantillonnage dans le composant générateur DSP et la résolution de l'oscilloscope numérique. Utilisez les curseurs de l'oscilloscope pour mesurer ces étapes de quantification, en tension et en temps. (Astuce : une meilleure méthode consiste à mesurer dix pas, puis à diviser par dix).
- Quel serait l'effet de l'utilisation d'un convertisseur numérique-analogique de 8 bits plutôt que de 16 bits ?



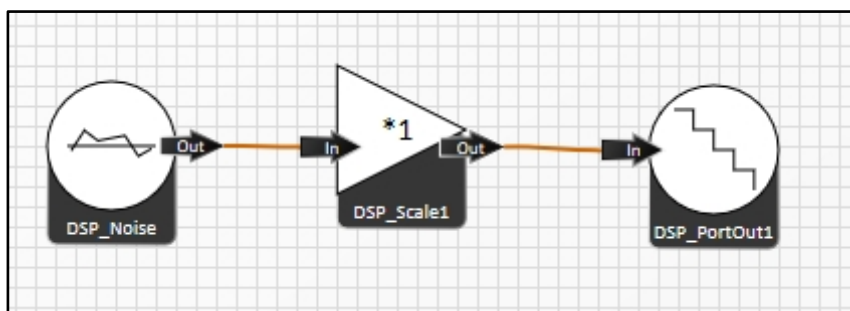
Le bruit électrique est omniprésent :

- le bruit du réseau électrique ;
- le bruit des moteurs électriques ;
- le bruit du soleil ;
- le bruit des lampes fluorescentes ;
- le bruit des éclairs.

Il arrive que le bruit électrique soit si important que le signal lui-même est indiscernable de celui-ci.

### À propos du programme

Dans ce programme, un générateur d'ondes DSP utilise des nombres aléatoires pour créer un signal de bruit "blanc". Le "bruit blanc" décrit un signal de bruit qui a la même intensité sur toutes les fréquences produites par le générateur. Il est utilisé dans des applications telles que la production de musique électronique et la mesure de la réponse impulsionnelle, c'est-à-dire la réponse d'un système, tel qu'un amplificateur, à un signal d'entrée soudain.

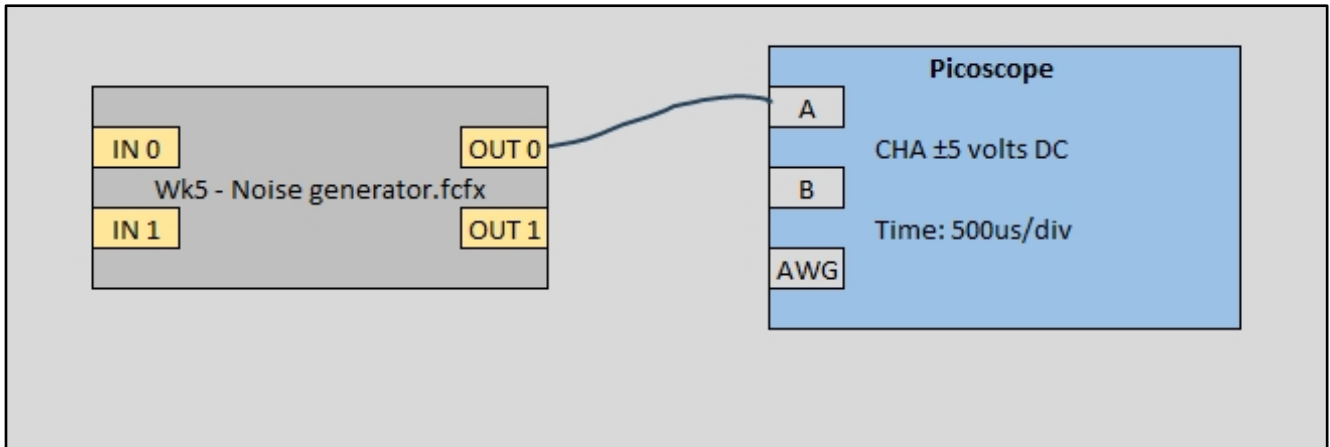


### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Wk 5 - Noise generator.fcfx
<b>Entrées</b>	Aucun
<b>Sorties</b>	OUT0 - signal de bruit généré
<b>Interruption DSP</b>	44,1 kHz
<b>Contrôles</b>	ENC0' sélectionne le niveau de bruit.
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

## Bruit

### Matériel et installation :



### À vous de jouer :

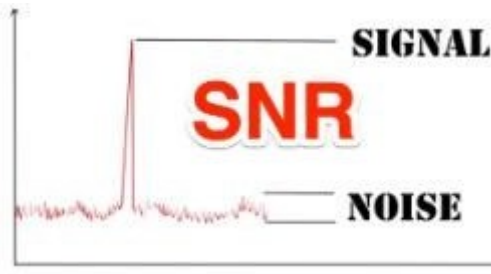
- Visualisez le tracé de l'oscilloscope du signal provenant de "OUT0".
- Tournez l'encodeur "ENC0" pour augmenter l'intensité du signal de bruit.
- Ce faisant, observez l'effet sur la trace de l'oscilloscope.
- Ajoutez un analyseur de spectre et observez la façon dont l'intensité du signal de bruit est indépendante de la fréquence.
- Utilisez l'encodeur pour augmenter le signal de bruit et observez l'effet sur le spectre.

### Défi

- Branchez un casque ou un haut-parleur sur la prise "LINE OUT". Écoutez l'effet de l'augmentation du bruit.

# Fiche de travail 6

## Rapport signal/bruit



Il peut être difficile de tenir une conversation dans un environnement bruyant, comme un bar. Le signal - votre conversation - peut être noyé dans la cacophonie des sons environnants.

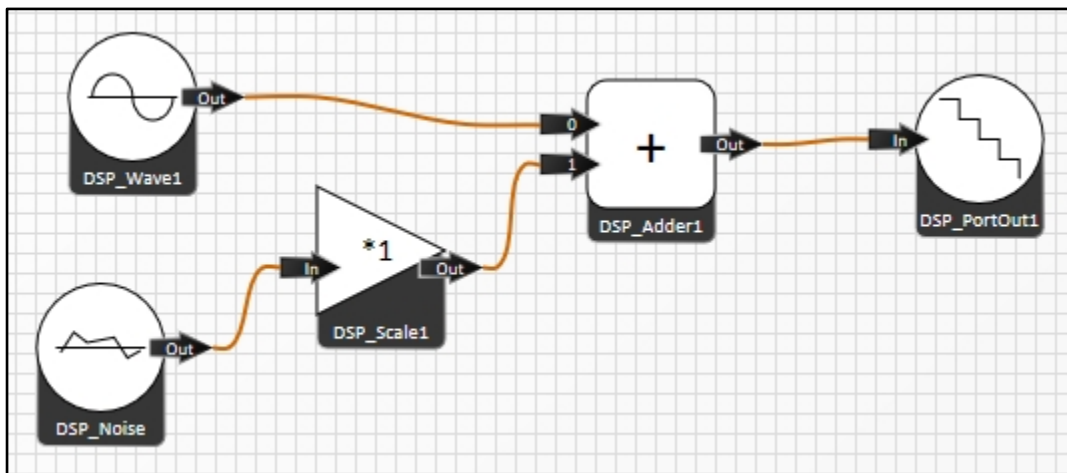
De même, dans les communications électroniques, le signal, l'information que nous essayons de communiquer, est parfois impossible à distinguer du bruit électrique.

L'un des avantages des signaux numériques est qu'ils sont plus faciles à utiliser.

immunisés contre le bruit que les signaux analogiques.

### À propos du programme

Dans ce programme, un générateur de forme d'onde DSP crée un signal sinusoïdal et l'autre un bruit "blanc". Le bruit est ensuite mis à l'échelle et ajouté à l'onde sinusoïdale. Le résultat est ensuite envoyé au port de sortie. L'objectif est de voir à quoi ressemble un signal avec différents niveaux de bruit ajouté.



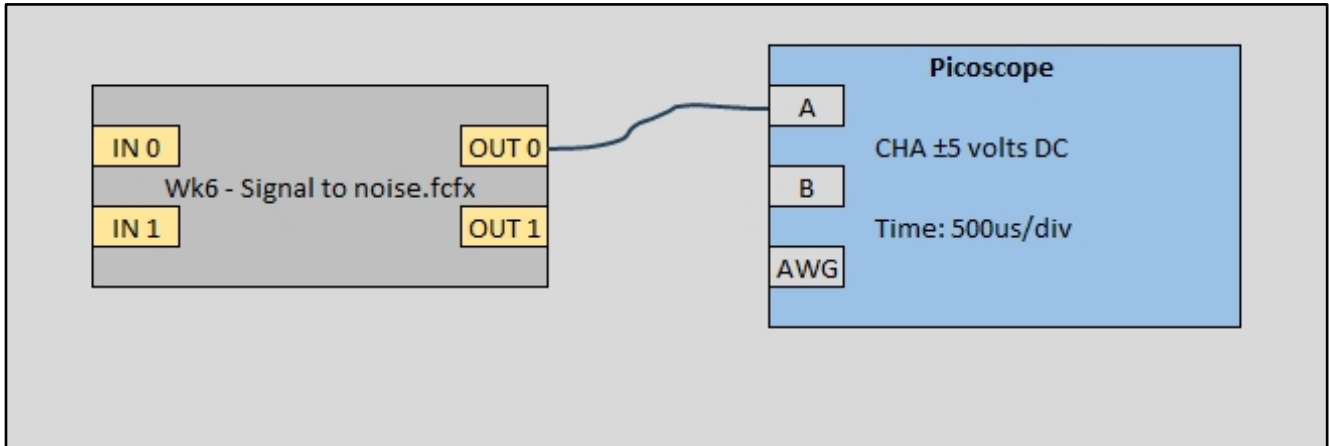
### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Semestre 6 - Signal_to_noise.fcx
<b>Entrées</b>	Aucun
<b>Sorties</b>	OUT0 - signal généré
<b>Interruption DSP</b>	44,1 kHz
<b>Contrôles</b>	ENC0' sélectionne le niveau de bruit.
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

# Fiche de travail 6

## Rapport signal/bruit

### Matériel et installation :

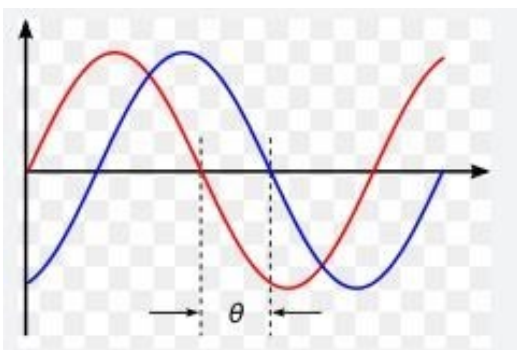


### À vous de jouer :

- Visualisez le tracé de l'oscilloscope du signal provenant de "OUT0".
- Tournez 'ENC0' pour augmenter le bruit. Lorsque le niveau de bruit est augmenté, observez ce qui se passe avec le signal. Au fur et à mesure que le bruit augmente, le déclenchement est saccadé et l'onde est moins stable sur l'écran.
- Ajoutez un analyseur de spectre et observez ce qui se passe lorsque le niveau de bruit augmente. Le pic net représente le signal sinusoïdal. Le reste représente le bruit. Lorsque le niveau de bruit augmente, la crête reste inchangée tandis que le "plancher" de bruit augmente sur l'ensemble du spectre.

### Défi

- Branchez un casque ou un haut-parleur sur la prise "LINE OUT". Écoutez l'effet de l'augmentation de la bruit.



Un signal sinusoïdal augmente positivement, puis diminue, augmente négativement et augmente à nouveau avant de répéter l'ensemble du processus. Un deuxième signal sinusoïdal peut être "en phase" avec le premier, auquel cas on dit qu'ils sont **en phase**. Ils peuvent être "déphasés", auquel cas nous disons qu'il y a un "déphasage".

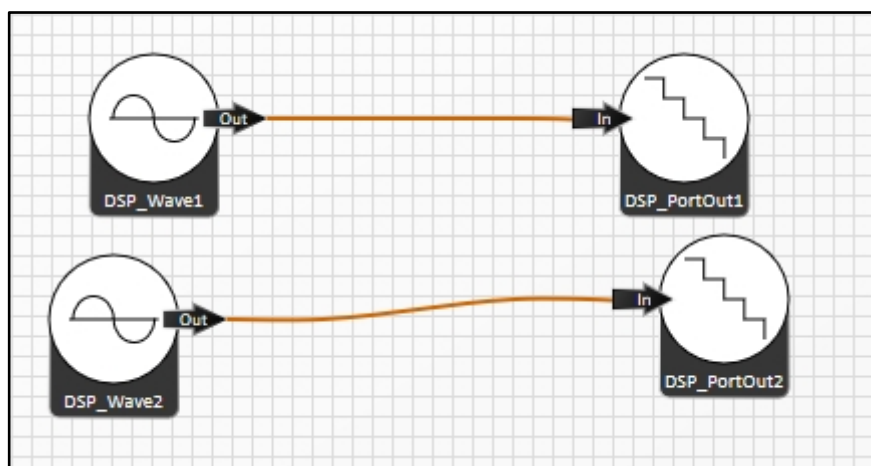
**la différence de phase** entre les deux.

La différence de phase est généralement exprimée sous forme d'angle.

### À propos du programme

Les "générateurs de formes d'onde" du DSP créent des signaux sinusoïdaux ayant des fréquences et des amplitudes identiques, mais avec des angles de phase différents. Les résultats sont envoyés aux deux ports de sortie.

L'objectif est d'utiliser un graphique "X-Y" pour identifier l'angle de phase entre les signaux.



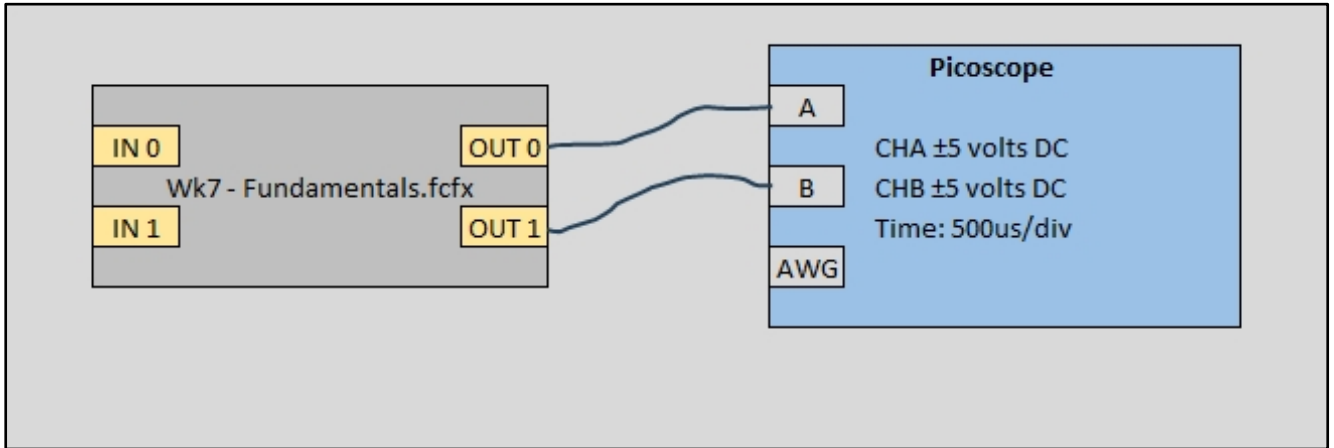
### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Wk 7 - Fundamentals.fcx
<b>Entrées</b>	Aucun
<b>Sorties</b>	OUT0 - signal généré A
	OUT1 - signal généré B
<b>Interruption DSP</b>	44,1 kHz
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.



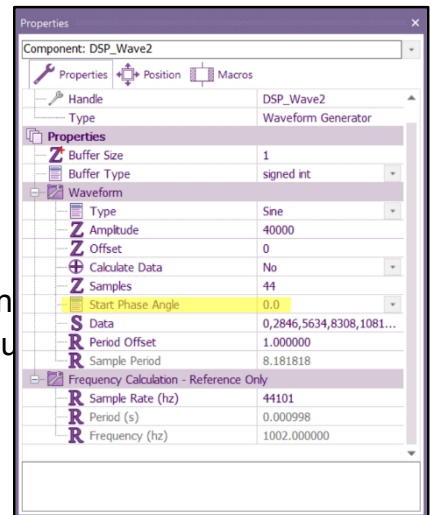
## Phase

### Matériel et installation :



### À vous de jouer :

- Examinez la trace du signal A (provenant de "OUT0") sur l'oscilloscope.
- Ajoutez un analyseur de spectre et regardez le spectre du signal. Que montre-t-il ?
- Faites de même pour le signal B, provenant de "OUT1". Initialement, ce signal a une phase (par rapport au signal A) de  $90^{\circ}$ .
- Ajoutez maintenant une vue graphique "X-Y" (parfois appelée figure de Lissa- jous). (Avec un déphasage de  $90^{\circ}$ , ce tracé est un cercle (si les échelles des axes sont identiques)).
- Double-cliquez ou faites un clic droit sur l'icône "Wave Generator2" dans le panneau 2D et ouvrez ses propriétés.
- Modifiez le réglage de l'angle de phase de départ en le fixant à  $0^{\circ}$ .
- Sauvegardez le programme et compilez-le dans la cible (sous 'Build').
- Observez l'effet sur le graphique X-Y.
- Essayez d'autres angles de phase et testez l'effet de la même manière.



### Défi

- Étudier l'effet de la modification de la fréquence du signal B. Pour ce faire, ouvrez à nouveau le panneau "Propriétés" du "Générateur de forme d'onde 2", mais cette fois-ci, procédez à un petit ajustement du paramètre "Échantillons". Remarquez que la fréquence calculée, en bas du panneau, change.
- Comme précédemment, sauvegardez le programme et compilez-le pour la cible.
- Observez l'effet sur le graphique X-Y. La modification de la phase relative déforme le cercle. Les petits changements de fréquence font tourner le cercle. Des différences de fréquence plus importantes créent d'autres formes.

# Fiche de travail 8

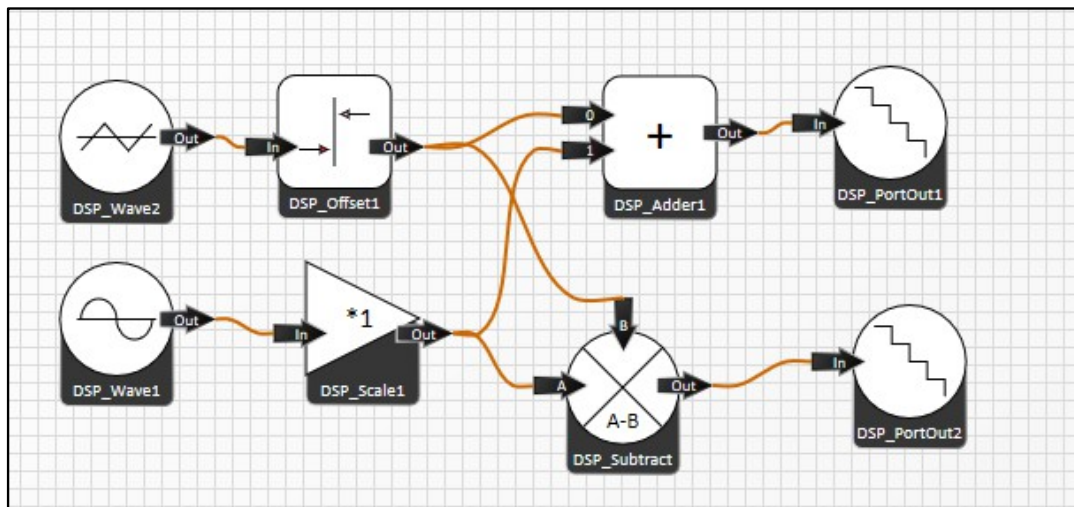
## Manipulation des signaux



Dans les systèmes électroniques, les signaux sont souvent combinés par une opération mathématique - addition, soustraction, multiplication, intégration .... - pour donner un nouveau signal avec des propriétés différentes. Par exemple, l'intégration est au cœur des transformées de Fourier et de la convolution. Les systèmes de contrôle en boucle fermée génèrent un signal d'erreur en soustrayant le signal de retour du signal de consigne.

### À propos du programme

Les techniques de traitement du signal sont courantes dans un large éventail d'applications électroniques, notamment les télécommunications, le traitement audio et vidéo, le traitement des images, la reconnaissance vocale et les systèmes de contrôle. Ce programme génère deux signaux, l'un triangulaire et l'autre sinusoïdal, de fréquences différentes. Les encodeurs permettent d'ajuster l'amplitude du signal sinusoïdal et le décalage en courant continu du signal triangulaire. Les signaux de somme et de différence, exemples simples de manipulation, apparaissent respectivement sur les sorties 'OUT0' et 'OUT1'.



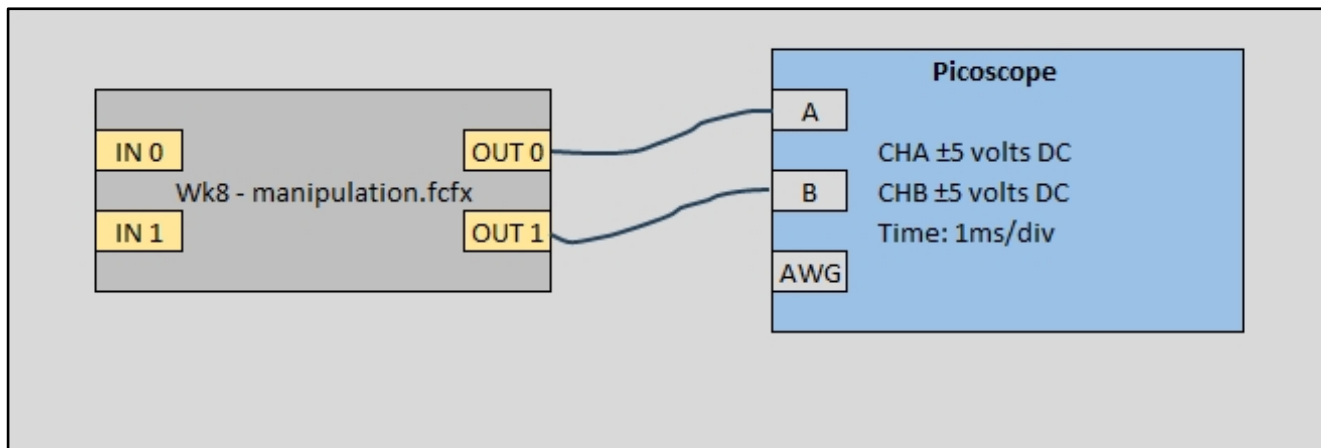
### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Wk 8 - Manipulation.fcfx
<b>Entrées</b>	Aucun
<b>Sorties</b>	OUT0 - signal (sinusoïdal + triangulaire) OUT1 - signal (sinusoïdal - triangulaire)
<b>Interruption DSP</b>	44,1 kHz
<b>Contrôles</b>	ENC0" modifie l'amplitude du signal sinusoïdal. ENC1" modifie le décalage en courant continu du signal triangulaire.
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

# Fiche de travail 8

## Manipulation des signaux

### Matériel et installation :



### À vous de jouer :

- Visualisez les traces individuelles des signaux sur l'oscilloscope et le tracé "X-Y".
- Observez les changements qui se produisent lorsque vous réglez l'amplitude du signal sinusoïdal et le décalage en courant continu de l'onde triangulaire.
- En fin de compte, l'augmentation de ces quantités conduit à un "enveloppement". Remarquez l'effet que cela a sur les traces.

Les deux générateurs de formes d'onde utilisent le type de données "signed int". En temps voulu, la mémoire tampon qui stocke les données atteint sa valeur maximale (32767) et "s'enroule" (redémarre).

En d'autres termes,  $32767 + 1 \rightarrow -32768$  ! Notez qu'une réduction de l'amplitude ou du décalage en courant continu l'éliminera.

### Défi

- Étudier l'effet des différents types de vagues générées.
- Modifiez l'opération arithmétique et observez l'effet.
- Remplacez l'un des générateurs de forme d'onde par un bloc d'entrée ADC et manipulez ainsi un signal provenant d'un générateur de signal externe. (Expérimentez le couplage AC et DC).

# Fiche de travail 9

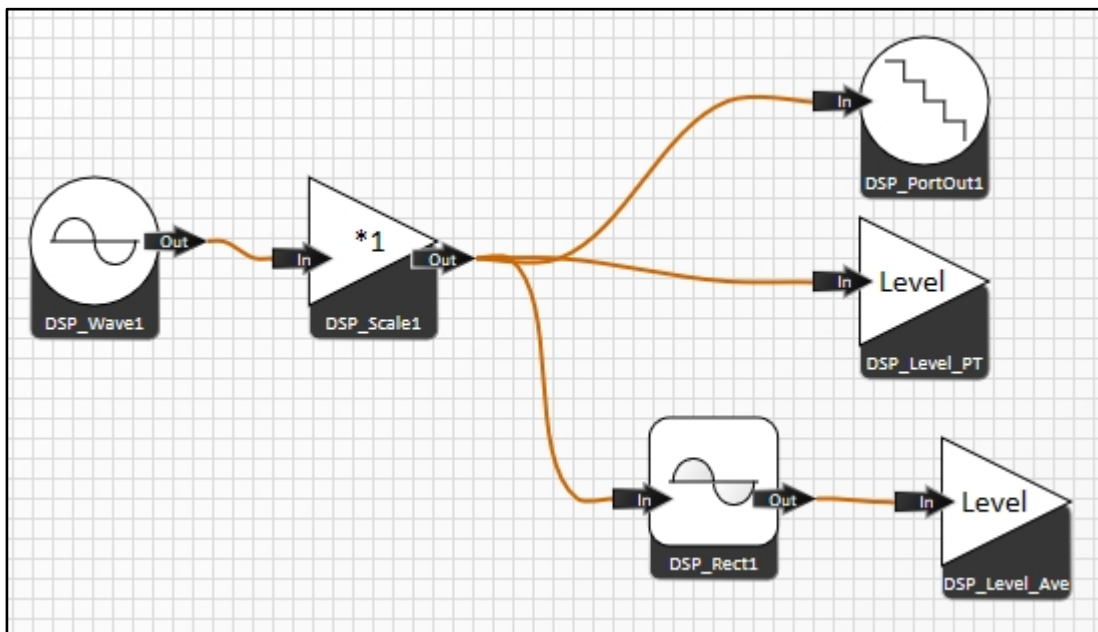
## Détection de niveau



La mesure des signaux électriques est un élément essentiel de toute une série d'applications, qu'il s'agisse du traitement audio, de la communication sans fil, de l'analyse du spectre, de la production d'énergie ou même de la mesure de l'activité sismique.

### À propos du programme

Ce programme génère un signal sinusoïdal et calcule ensuite ses valeurs de tension moyenne, de crête et de creux.



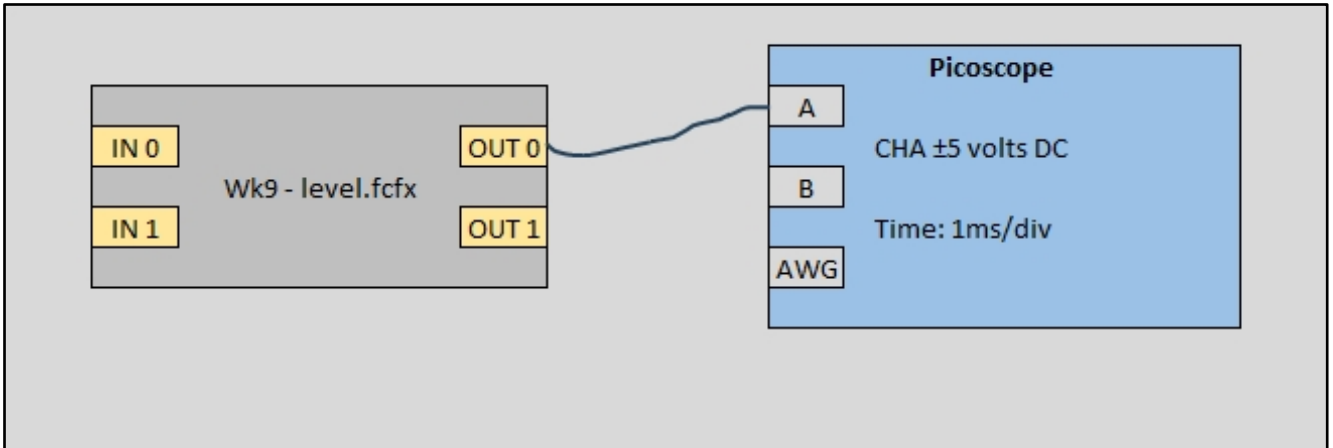
### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Wk 9 - Level.fcx
<b>Entrées</b>	Aucun
<b>Sorties</b>	OUT0 - signal généré
<b>Interruption DSP</b>	44,1 kHz
<b>Contrôles</b>	ENC0" définit l'échelle (amplitude) du signal.
	ENC1" sélectionne la mesure affichée.
	SW0" réinitialise les lectures de crête et de creux lorsque l'échelle est réduite.
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

# Fiche de travail 9

## Détection de niveau

### Matériel et installation :

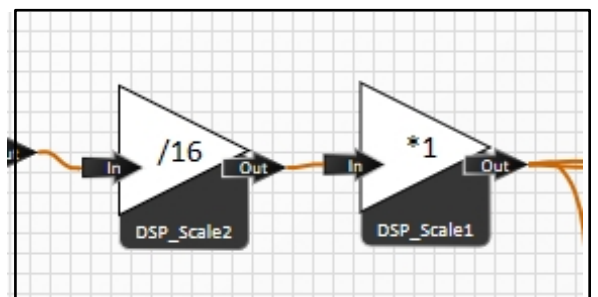


### À vous de jouer :

- Observez le signal généré par le programme sur la trace de l'oscilloscope (à partir de "OUT0").
- Remarquez l'effet de l'augmentation du réglage de l'échelle sur le codeur "ENC0".
- Tournez le codeur "ENC1" et visualisez les valeurs de tension maximale, minimale et moyenne du signal.
- Le composant 'DSP\_Level\_Ave' génère la valeur moyenne de la tension du signal. Pourquoi ce bloc est-il précédé d'un bloc redresseur DSP ?
- Notez que la réduction de l'échelle ne réduit pas automatiquement les lectures de crête et de creux. Appuyez sur le commutateur "SW0" pour les corriger.
- Utilisez l'oscilloscope pour mesurer les valeurs maximales, minimales, crête à crête, moyenne en courant continu, valeur efficace en courant alternatif et valeur efficace réelle du signal de sortie. Comparez-les aux mesures présentées sur l'écran SysBlocks.
- Double-cliquez ou cliquez avec le bouton droit de la souris sur l'icône du générateur d'ondes dans le panneau 2D et ouvrez ses propriétés. Modifiez les propriétés pour expérimenter d'autres types d'ondes.
- Observez l'effet de la modification de son décalage sur les valeurs de tension de crête et de creux.

### Défi

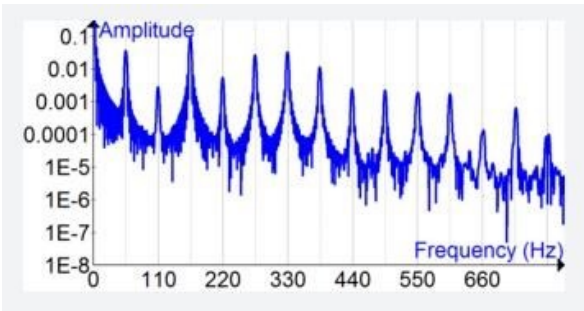
- Chargez le programme 'Wk 9 - LevelExt'. Dans ce cas, un scaler fractionnaire a été créé, divisant le signal par 16 et le multipliant ensuite par une valeur de 0 à 16 déterminée par l'encodeur. On obtient ainsi une mise à l'échelle par pas de 16e.
- Utiliser une source de signal externe telle que le Picoscope AWG pour introduire un signal sinusoïdal avec une valeur de fréquence de 1kHz et amplitude de 1V.
- Répétez les étapes ci-dessus en utilisant cette source de signal.
- Relier les paramètres du signal appliqué aux mesures de niveau SysBlocks puis aux mesures Picoscope du signal de sortie.





# Fiche de travail 10

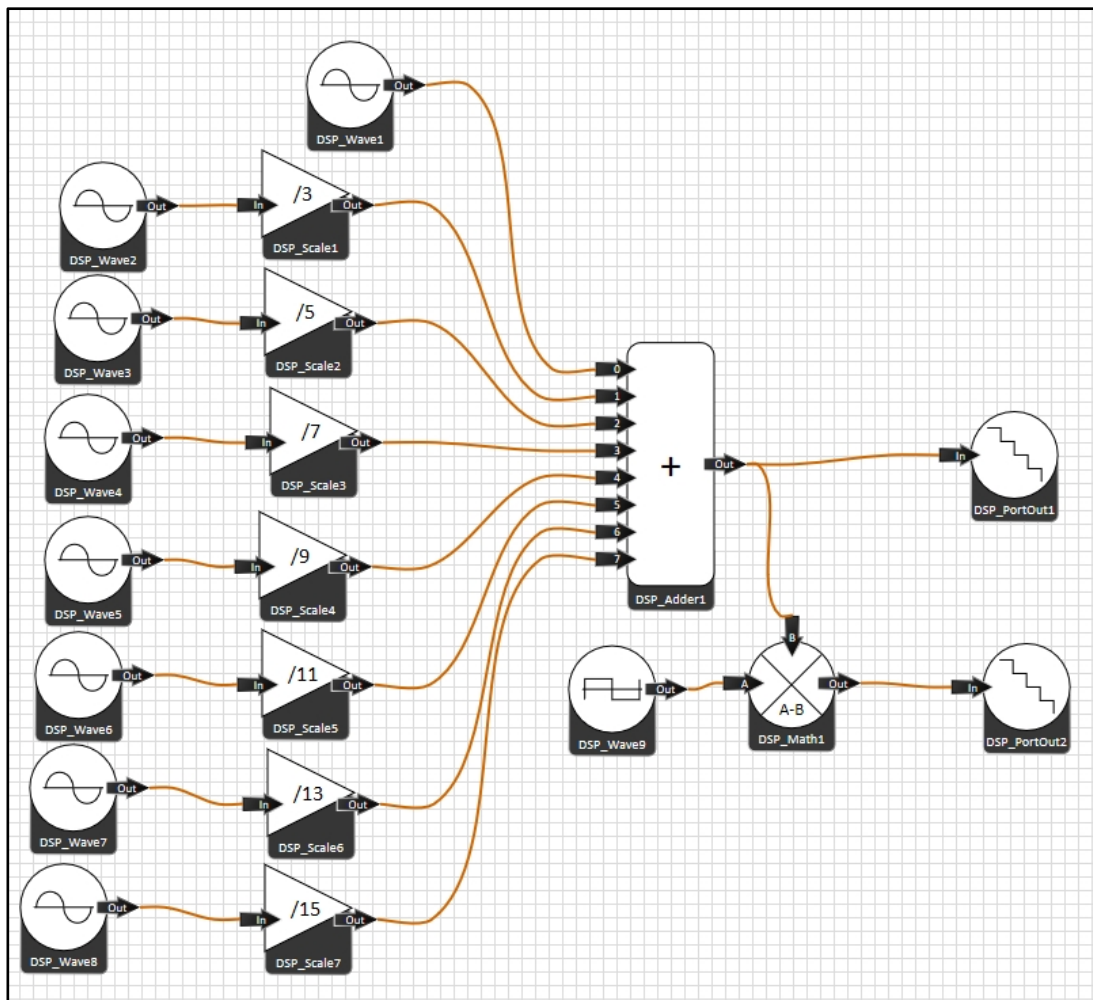
## Analyse de Fourier



Selon Fourier, tout signal répétitif peut être considéré comme une série de signaux sinusoïdaux ayant des amplitudes, des fréquences et des phases appropriées. Par exemple, une onde carrée de 100 Hz est la somme d'une sinusoïde de 100 Hz (la "fondamentale") et de ses "harmoniques" impaires - une sinusoïde de 300 Hz avec 1/3 de son amplitude, une sinusoïde de 500 Hz avec 1/5e d'amplitude, une sinusoïde de 700 Hz avec 1/7e d'amplitude et ainsi de suite.

### À propos du programme

Ce microprogramme ajoute les sept premières harmoniques impaires à un signal sinusoïdal (le fondamental) pour construire une onde carrée. Il émet également un signal montrant la différence entre l'onde construite et une onde carrée idéale.



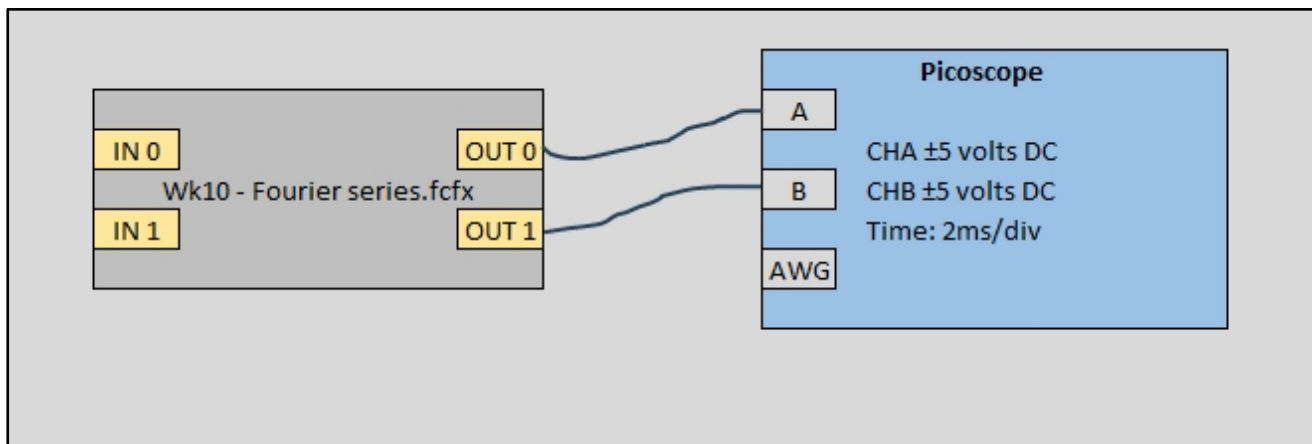
# Fiche de travail 10

## Analyse de Fourier

### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Semaine 10 - Fourier_Basic.fcx
<b>Entrées</b>	Aucun
<b>Sorties</b>	OUT0 - somme du fondamental et des harmoniques
	OUT1 - différence entre la somme et l'onde carrée générée
<b>Interruption DSP</b>	150 kHz
<b>Contrôles</b>	Aucun
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

### Matériel et installation :



### À vous de jouer :

- Observez les deux traces de sortie, de "OUT0" et "OUT1", sur l'oscilloscope.
- Remarquez que la sortie "somme" (de "OUT0") est à peu près une onde carrée, mais qu'elle est loin d'être précise.
- Même l'ajout de 7 harmoniques à la fondamentale ne suffit pas à créer une bonne représentation d'une onde carrée.

### Défi

- Charger le programme 'Wk10 - Fourier\_Series.fcx'. Cette fonction est la même que la précédente, mais elle permet de contrôler le nombre d'harmoniques ajoutées (jusqu'à un maximum de 7).
- Lorsque le logiciel démarre, il affiche une onde sinusoïdale simple. Tournez l'encodeur pour ajouter des harmoniques à l'onde de sortie. Notez que chaque harmonique rapproche un peu plus la sortie d'une onde carrée.
- Utilisez la mesure 'AC RMS' du Picoscope sur le canal B pour voir que l'erreur est réduite à chaque étape. (Laisser quelques instants après chaque réglage pour que la lecture se stabilise).

### Avancé

- En utilisant le programme 'Wks1\_Fourier\_Basic.fcx', construisez d'autres formes d'ondes de signaux. Pour ce faire, modifiez la propriété "Initial Integer Scaler" pour chacune des composantes de l'échelle.



L'utilisation de la transformation de Fourier pour convertir les vibrations en un spectre de fréquences signifie que.. ;  
Les enregistrements audio peuvent être débarrassés de leurs craquements ; les bâtiments peuvent être conçus pour résister aux tremblements de terre ; les données informatiques peuvent être filtrées, en éliminant les données les moins importantes de l'original afin de réduire la taille des fichiers. (C'est pourquoi les fichiers JPEG et MP3 sont beaucoup plus petits que les fichiers .raw, .bmp ou .wav).

### À propos du programme

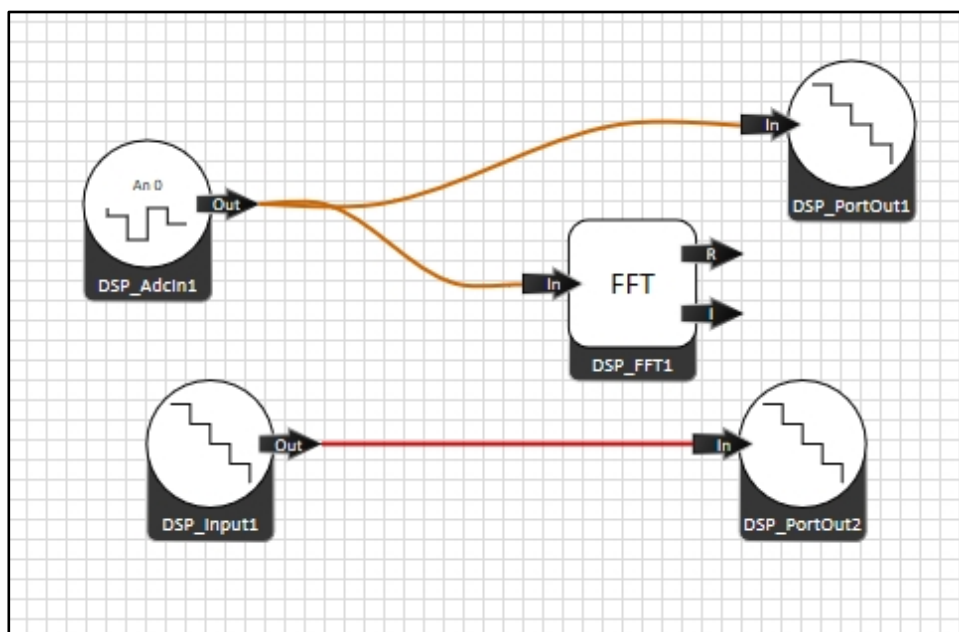
Le programme lit le signal présenté à l'entrée "IN0" et le reproduit à la sortie "OUT0".

En même temps, il effectue une transformée de Fourier rapide (FFT) sur ce signal. Cela nous donne un tableau de 256 points de données, chacun représentant l'intensité du signal dans une case de fréquence particulière (intervalle), de 100 Hz de "largeur". En tout, le processus couvre une plage de fréquences allant de 0 à 25,6 kHz.

Les points de données sont émis un par un. L'oscilloscope les assemble sous forme de fréquence Spectre - histogramme de l'intensité (axe vertical) en fonction de la fréquence (axe horizontal).

(L'axe horizontal peut sembler indiquer le temps, avec une échelle en ms. En réalité, c'est parce que le premier point de données est émis et tracé, puis, 20µs plus tard, le suivant est tracé, et ainsi de suite). La fréquence d'échantillonnage du signal de 51,2 kHz donne une limite de fréquence de Nyquist de 25,6 kHz.

La première case de fréquence a été remplacée par un pic important afin de faciliter le déclenchement de l'oscilloscope.





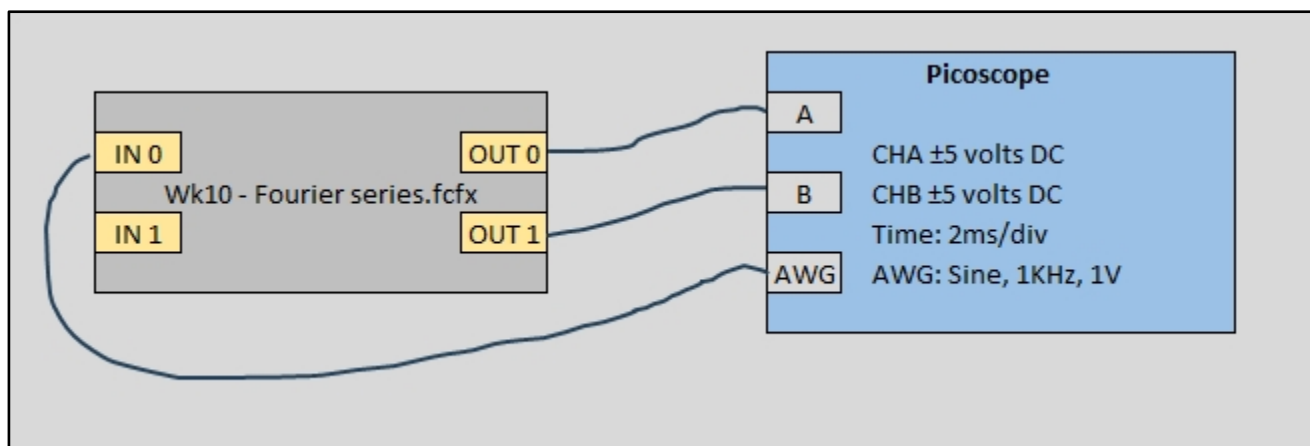
# Fiche de travail 11

Les bases de Fourier

## Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Semestre 11 - FFT.fcx
<b>Entrées</b>	IN0 - signal d'entrée à échantillonner (couplage AC)
<b>Sorties</b>	OUT0 - signal échantillonné
	OUT1 - Transformée de Fourier de la forme d'onde
<b>Interruption DSP</b>	51,2 kHz
<b>Contrôles</b>	Aucun
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

## Matériel et installation :



## À vous de jouer :

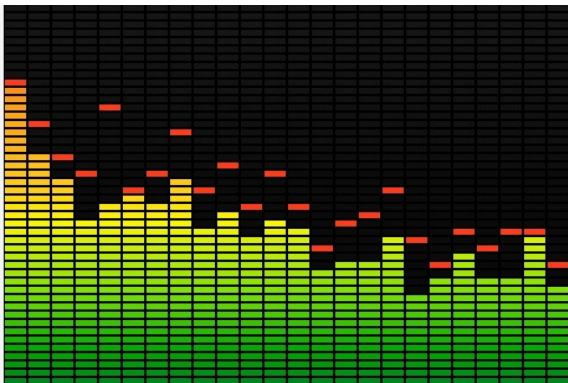
- Utiliser le Picoscope AWG, ou équivalent, pour introduire un signal sinusoïdal de 1kHz, 1V à l'entrée 'IN0'.
- Réglez l'oscilloscope pour qu'il déclenche sur la voie B à un niveau de 2,5 V.
- Réglez le niveau de "pré-déclenchement" à 0 % pour vous débarrasser des valeurs temporelles négatives.
- Observez ce que devient le spectre affiché lorsque la fréquence de l'AWG est modifiée dans la plage de 100 Hz à 12 kHz.
- Remplacez le signal AWG par une onde carrée et observez l'effet sur le spectre.
- Expérimentez d'autres formes d'onde.

## Défi

- Si vous en disposez, utilisez une carte de mixage SysBlocks pour combiner deux signaux.
- Examinez le spectre obtenu.

# Feuille de travail 12

## Filtre numérique

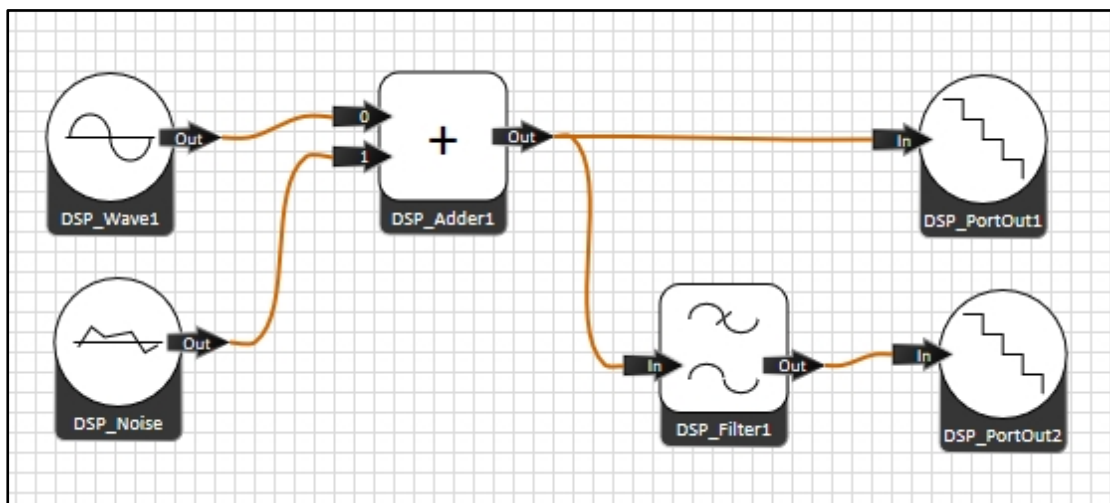


Le filtrage est l'un des plus grands avantages du DSP. Les filtres numériques peuvent offrir des performances supérieures à celles que l'on peut obtenir en utilisant des composants analogiques. Pour le filtre numérique :

- Les données stockées dans la mémoire remplacent les composants physiques du filtre analogique ;
- Le comportement peut être facilement modifié en changeant le logiciel.

### À propos du programme

Le microprogramme ajoute du bruit à un signal sinusoïdal. Le signal résultant apparaît à la sortie "OUT0". Un bloc de filtrage DSP, configuré comme un filtre passe-bas avec une coupure de 2 kHz, filtre le résultat qui apparaît à la sortie "OUT1".

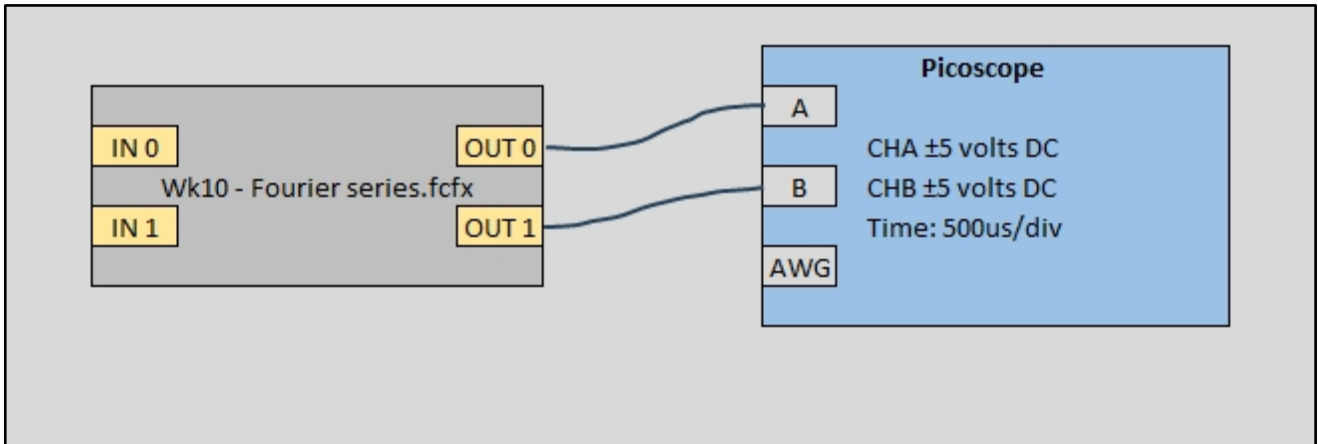


### Paramètres du projet :

<b>Firmware</b>	Semaine 12 - Digital_Filters.fcfx
<b>Entrées</b>	Aucun
<b>Sorties</b>	OUT0 - signal généré plus bruit
	OUT1 - signal filtré
<b>Interruption DSP</b>	100 kHz
<b>Contrôles</b>	Aucun
<b>Indicateurs</b>	La "LED1" est un "battement de cœur" qui indique que la boucle principale est en cours d'exécution.

# Feuille de travail 12

Filtre numérique  
Matériel et installation :



## À vous de jouer :

- Examinez les traces d'oscilloscope des signaux générés par le programme. Le signal "OUT0" montre le problème - signal plus bruit. Le signal "OUT1" montre le résultat du filtrage.
- Ouvrez une "vue du spectre". Le spectre du signal "brut" contient un bruit important, alors que le signal filtré est beaucoup plus "propre".
- Modifiez le type de filtre et observez l'effet.
- Modifiez les paramètres du filtre et observez l'effet.

## Défi

- Remplacez le composant "Générateur de forme d'onde" par un composant "ADC d'entrée".
- Essayez de filtrer les signaux externes et observez les résultats.

# Contrôle des versions



14 12 23 Première libération