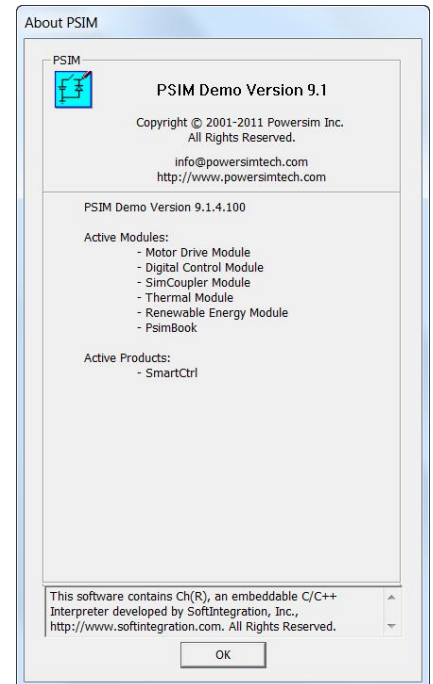


Mise en œuvre de PSIM

PSIM est un logiciel de simulation pouvant être utilisé en électricité générale, électrotechnique et électronique. La version de démonstration est limitée à 6000 points de calculs (ce qui est souvent suffisant) et à 8 appareils de mesure (ampèremètres, voltmètres).

La version gratuite "version de démonstration" est téléchargeable sur le site de powersimtech à l'adresse suivante :

<https://powersimtech.com/try-psim/>




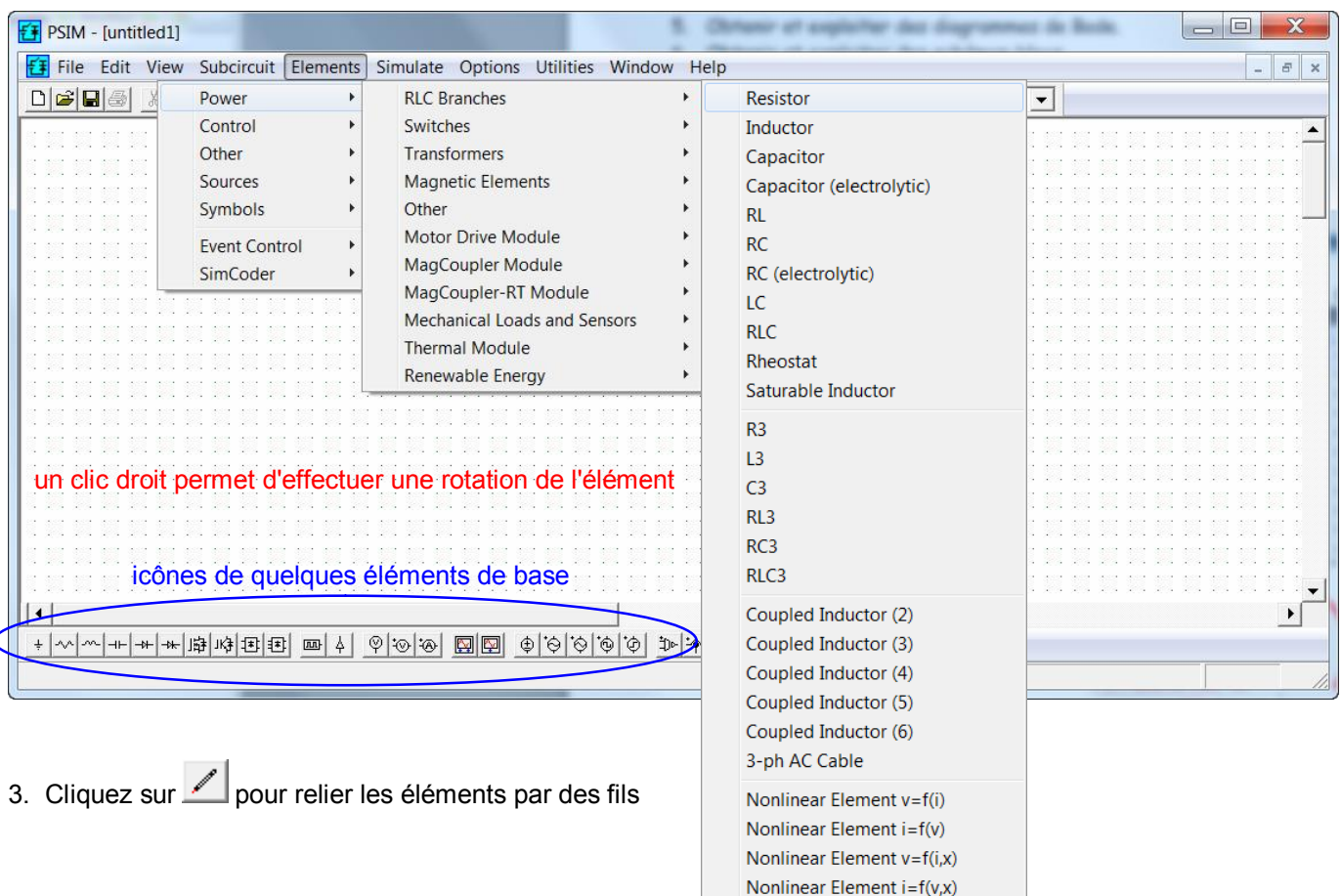
Voici quelques étapes pour vous guider et quelques pistes d'utilisation.

1. Saisie d'un schéma.
2. Paramétrer et lancer une simulation temporelle.
3. Obtenir et exploiter des chronogrammes.
4. Spectres et quadrants de fonctionnement (mode XY)
5. Diagrammes de Bode.
6. Obtenir et exploiter les blocs fonctionnels
7. Obtenir et exploiter les études numériques.
8. Utiliser Psim comme Solver numérique

Pensez à enregistrer et sauvegarder régulièrement vos travaux dans un répertoire à votre nom que vous supprimerez à la fin de la séance (après avoir éventuellement sauvegardé vos fichiers sur votre clé usb) !

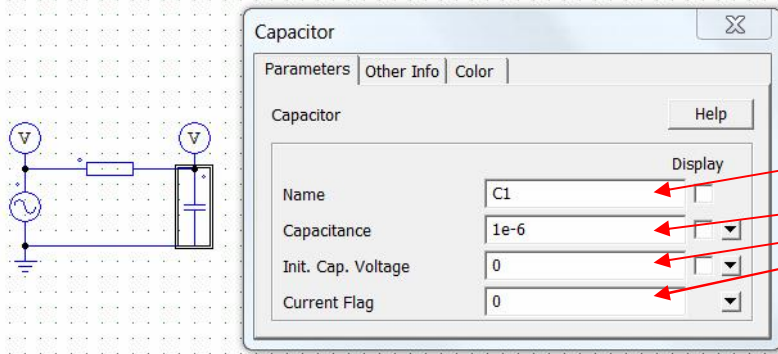
1. Saisie d'un schéma

1. Lancez *PSIM demo* en cliquant sur  puis ouvrir un nouveau document (icône ).
2. Placez les éléments du montage à étudier




3. Cliquez sur  pour relier les éléments par des fils


Pour affecter les valeurs et/ou paramètres des éléments, faire un double clic gauche sur l'élément :

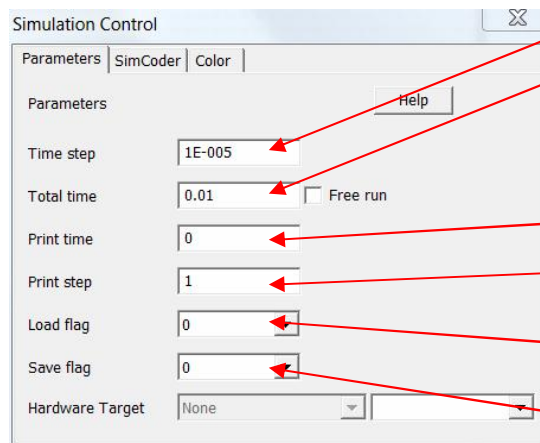
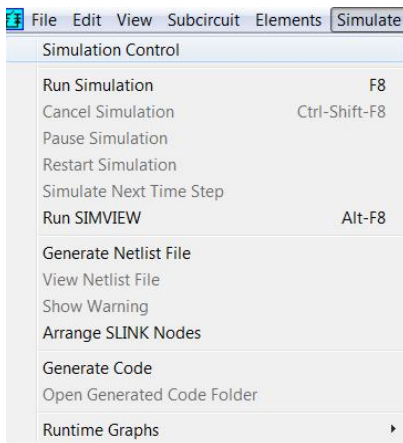


1. nom du composant (cocher **Display** si on veut que le nom apparaisse sur la feuille de saisie)
2. valeur de la capacité (en Farad)
3. valeur initiale de la tension
4. mesure du courant autorisée (**Current Flag** = 1) ou non (**Current Flag** = 0)

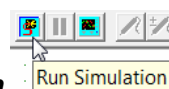
Attention : les voltmètres ayant une seule borne mesurent la tension par rapport à la terre (**ground**)  : il faut donc la faire figurer sur le schéma

2. Paramétrer et lancer une simulation temporelle

Avant de lancer une simulation, s'assurer qu'au moins une mesure est effectuée (par un appareil de mesure ou par le **Flag** à 1 de l'élément correspondant) puis cliquer sur **Simulate > Simulation Control** pour afficher une petite horloge  sur le schéma :

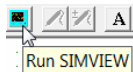


1. Résolution temporelle (1 point toutes les 1.10^{-5} s ici)
2. Pleine échelle de l'axe temporel (0,01 s ici). **Free run** = simulation en continu (= mode **roll** de l'oscilloscope). On aura donc $0,01/1.10^{-5} = 1000$ points de calcul ici.
3. début de l'axe temporel (affichage à partir de la date $t = 0$ s ici)
4. le pas d'affichage (1 point sur 1 est affiché ici, c'est-à-dire 100% des points calculés)
5. utilisation des valeurs d'une précédente simulation comme valeurs initiales
6. sauvegarde des valeurs en vue d'une utilisation future comme valeurs initiales

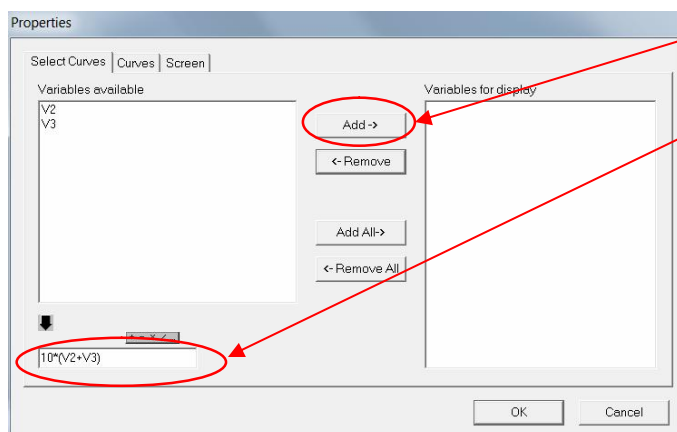


Pour lancer la simulation cliquer sur l'icône **Run Simulation**

3. Obtenir et exploiter des chronogrammes (c'est-à-dire variables en fonction du temps)

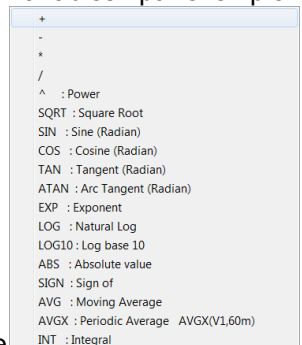


Cliquer sur Run Simview **Run SIMVIEW** pour lancer la boîte de dialogue de l'affichage :



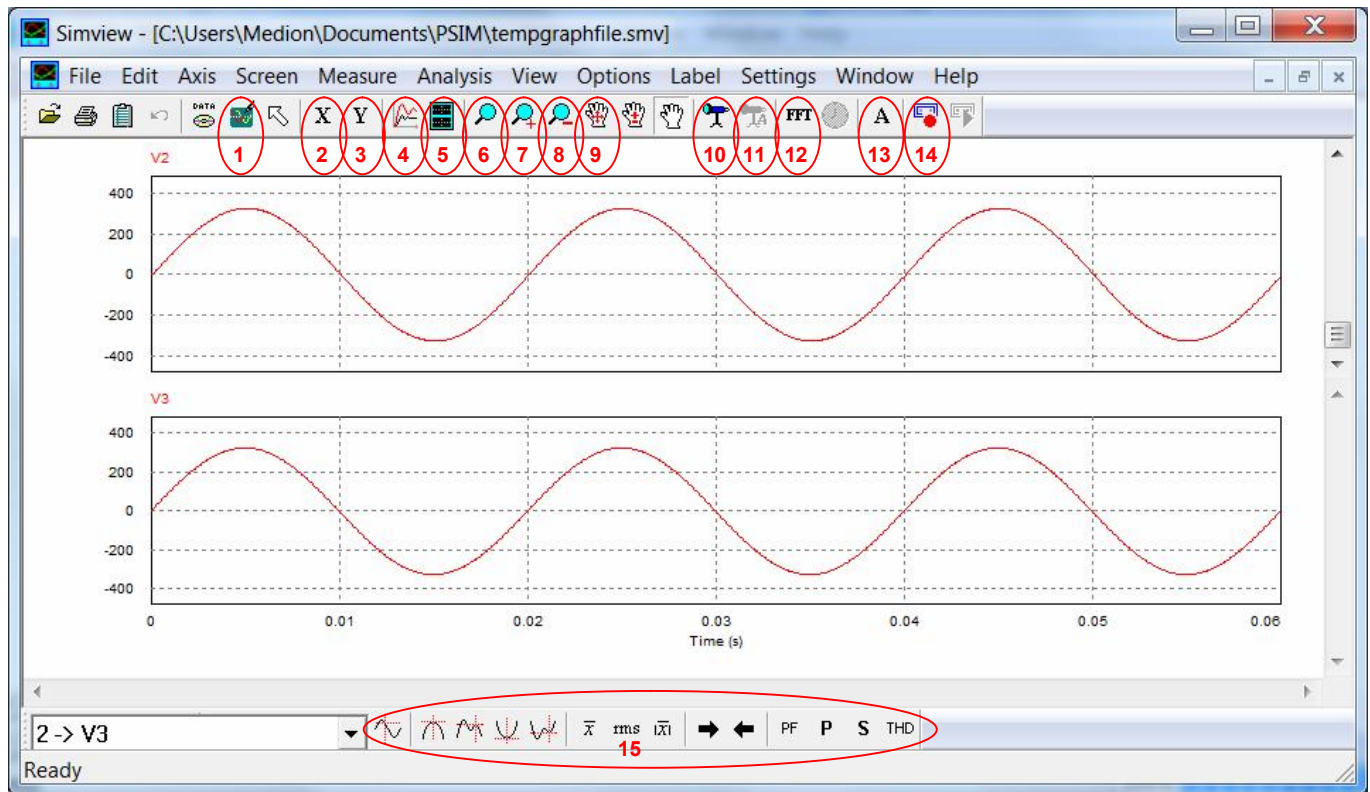
Sélectionner la variable souhaitée puis cliquer sur Add pour autoriser l'affichage de son chronogramme. On peut afficher plusieurs variables sur le même graphe.

On peut également effectuer des opérations sur les variables : par exemple ici on affichera $10 \times (V2 + V3)$



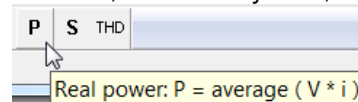
liste des fonctions disponibles

En cliquant sur **OK**, les chronogrammes des variables sélectionnées s'affichent :



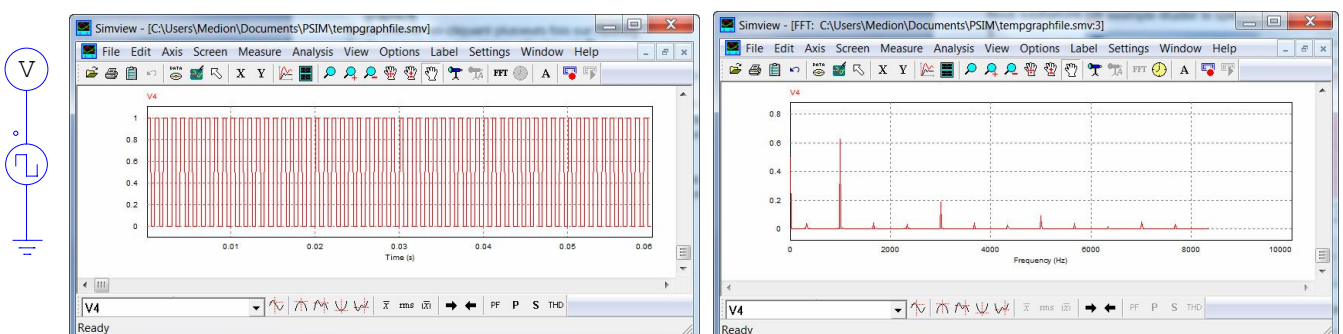
Il est possible (voir numéros ci-dessus) :

1. de retracer les courbes (après avoir fait un zoom par exemple)
2. de modifier l'échelle des X
3. de modifier l'échelle des Y
4. d'ajouter un nouveau chronogramme au graphe
5. d'ajouter un nouveau graphe (si des échelles différentes sont nécessaires, ou bien pour ne pas encombrer un graphe)
6. de zoomer en cliquant plusieurs fois sur l'icône
7. de zoomer sur une région sélectionnée
8. de dézoomer
9. de zoomer / dézoomer sur les axes X ou Y selon la direction du curseur
10. de donner la valeur des variables à une date précise
11. d'afficher la valeur des variables à certaines dates particulières
12. d'afficher le spectre (série de Fourier) des variables affichées (une dizaine de période au moins est nécessaire à l'affichage, plus le nombre de périodes affichées est élevé et plus le calcul du spectre est long, mais précis).
13. D'afficher du texte sur le graphe
14. d'enregistrer les valeurs des variables.
15. d'effectuer des recherches de valeurs min, max, min local, max local, valeur moyenne, efficace, facteur de puissance, taux de distorsion harmonique, puissance moyenne

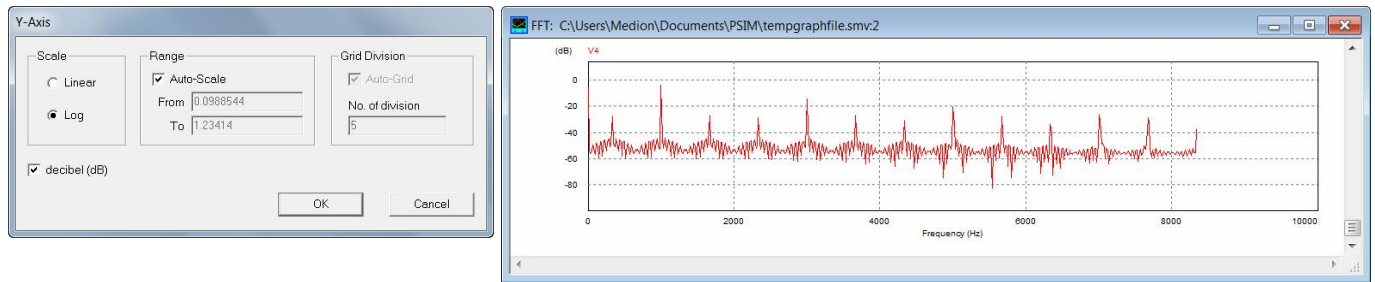


4. Spectres et quadrants de fonctionnement (mode XY)

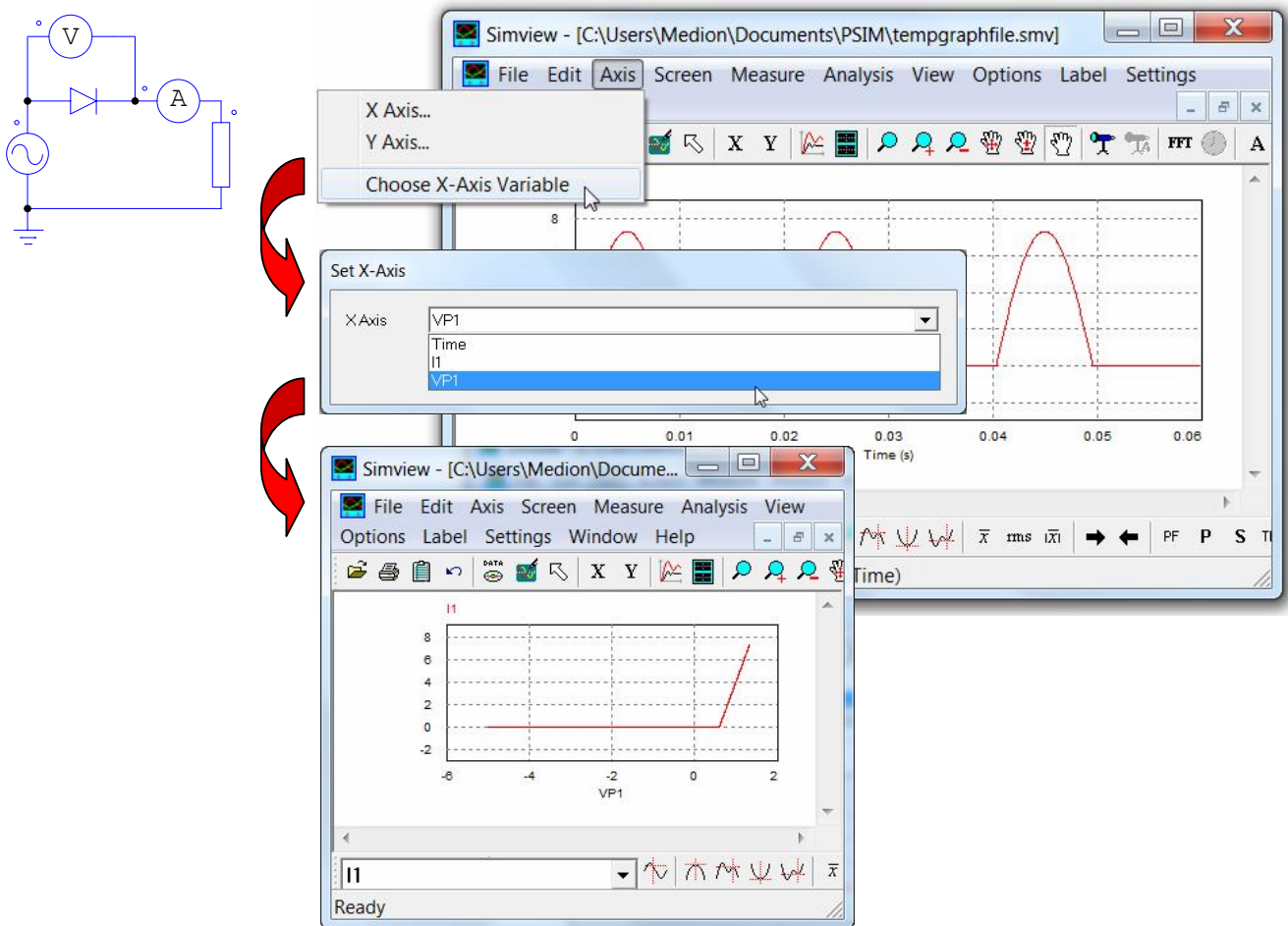
Nous souhaitons par exemple étudier le spectre du signal en créneau. Pour tracer le spectre de ce signal, il faut cliquer sur FFT et son spectre s'affiche :



On peut modifier l'échelle des Y de manière à afficher une échelle linéaire (cas ci-dessus) ou logarithmique (les grandes valeurs sont "écrasées" à l'affichage et les petites valeurs sont amplifiées) et modifier également l'unité d'affichage lorsque l'échelle est logarithmique dB = 10log(valeur).



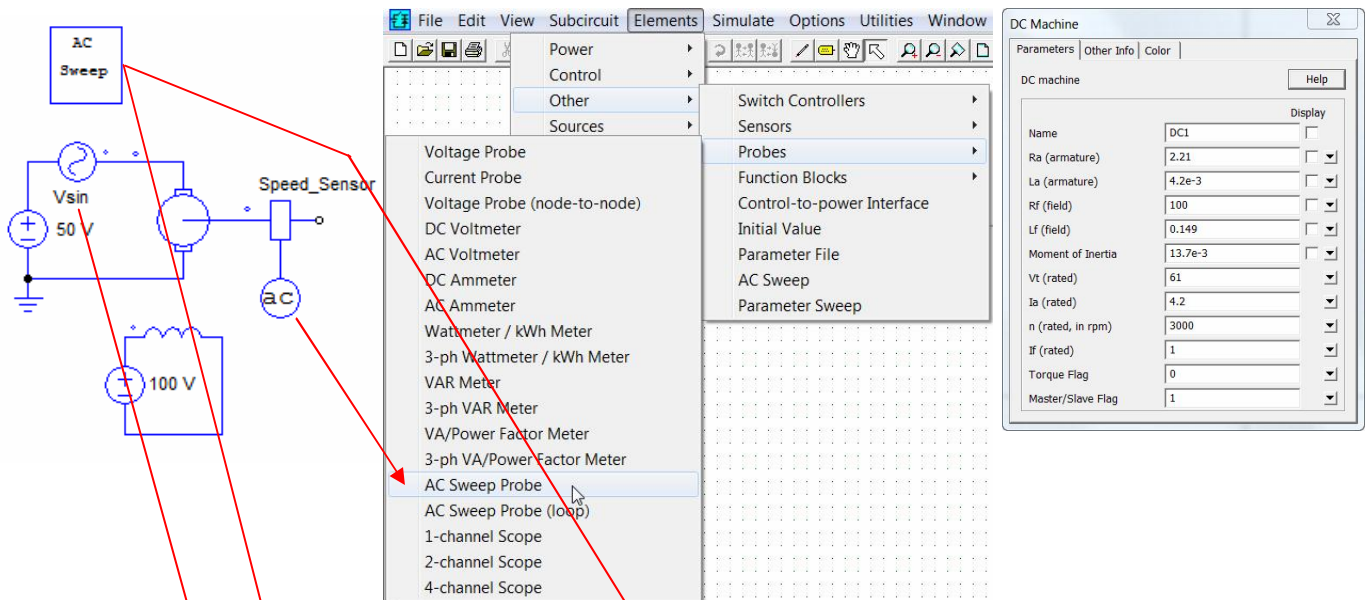
On peut également étudier la caractéristique statique d'une diode afin de connaître ses quadrants de fonctionnement : **Axis > Choose X-Axis Variable > tension VP1** pour afficher en fonction de VP1 :



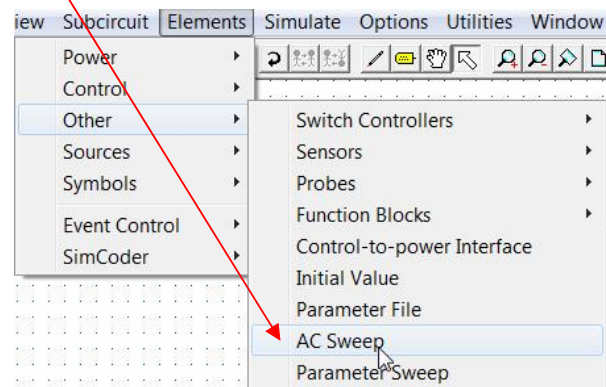
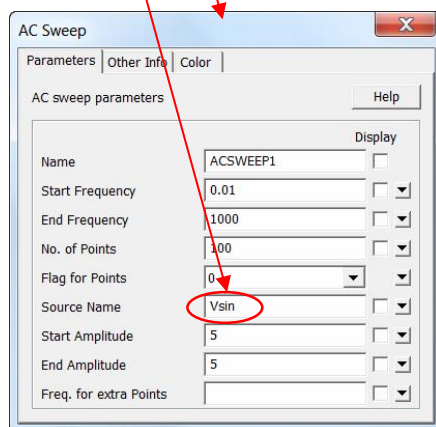
Le même type d'étude peut être mené avec un moteur, en visualisant par exemple le couple électromagnétique en fonction de la vitesse (caractéristique mécanique).

5. Diagrammes de Bode

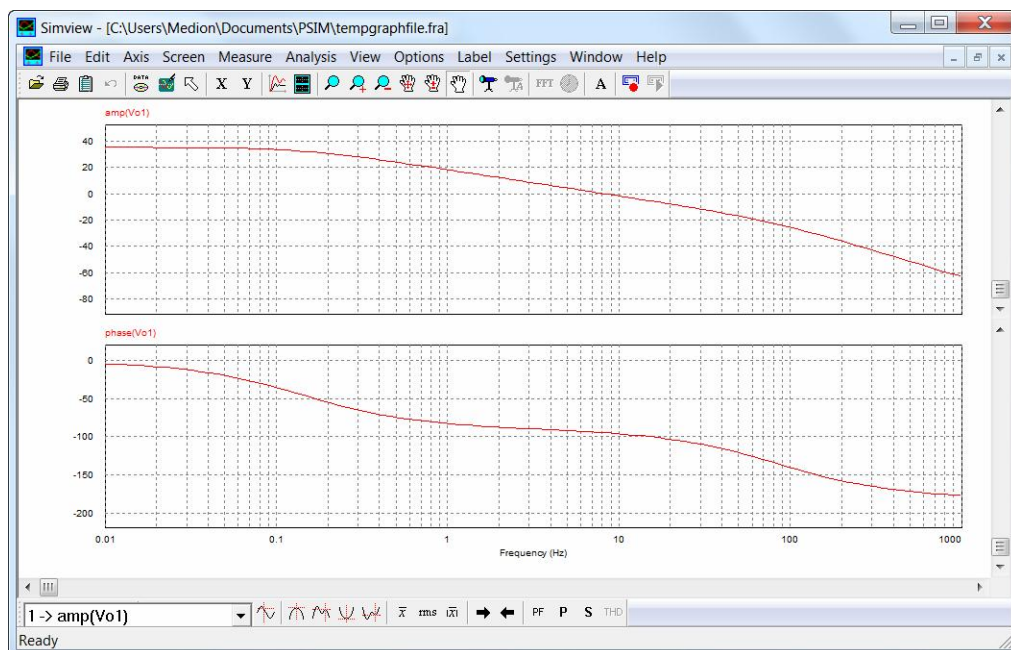
Avant de faire une simulation utilisant les diagrammes de Bode, il faut ajouter sur le schéma une sonde de mesure spéciale appelée **AC Sweep Probe** (sonde notée AC ci-dessous) à l'aide de **Elements > Probes > AC Sweep Probe**. Par exemple ci-dessous nous étudions la réponse fréquentielle en vitesse d'un moteur DC alimenté sous 50 V DC à laquelle on additionne une tension sinusoïdale (il suffit de la mettre la source sinusoïdale en série avec la source DC) d'amplitude et de fréquence déterminées dans le bloc de contrôle **AC Sweep** :



Ajouter au schéma le bloc de control de balayage en fréquence **Elements > Other > AC Sweep** (voir ci-dessous) et qui va contrôler la source de tension sinusoïdale appelée Vsin ici :

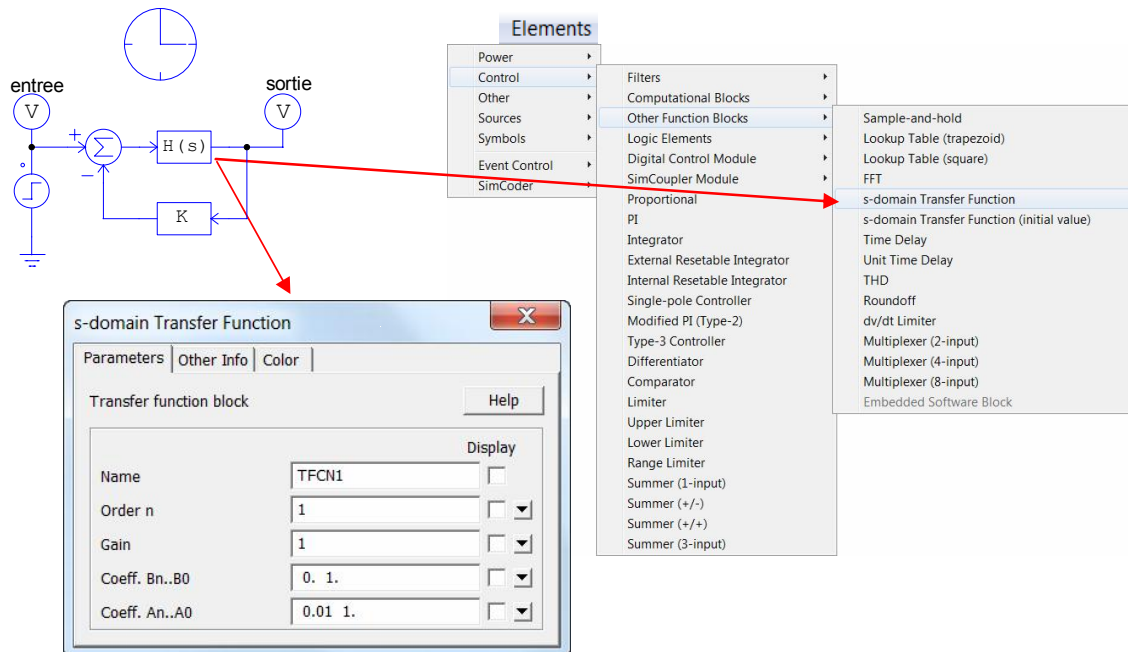


Attention à bien régler vos paramètres de simulation pour ne pas obtenir un temps de calcul trop long ou des résultats aberrants, en particulier les fréquences de début et de fin d'analyse qui fixeront l'échelle d'affichage des diagrammes, le nombre de points de calcul et le nom de la source de référence (**Source Name**) qui doit correspondre à celui du schéma. Ci-dessous la courbe est obtenue au bout de 3 h de temps de calcul environ (une analyse de 0,01 Hz à 10 Hz sur 50 points de calcul donnerait "seulement" un temps de calcul de 30 min environ) :



6. Obtenir et exploiter les blocs fonctionnels (schéma - blocs)

Les asservissements s'étudient à l'aide de blocs fonctionnels qui modélisent la relation mathématique qui existe entre l'entrée et la sortie du bloc. Chaque bloc représente donc une *fonction de transfert* entre une entrée et une sortie. La fonction de transfert est affichée sous forme de fonction de Laplace (*s-domain Transfer Function*), la variable de Laplace est notée *s* (et non *p*):



Order n Order n of the transfer function
Gain Gain *k* of the transfer function
Coeff. Bn...B0 Coefficients of the numerator (from Bn to B0)
Coeff. An...A0 Coefficients of the denominator (from An to A0)

A s-domain transfer function block is expressed in polynomial form as:

$$G(s) = k \frac{B_n s^n + \dots B_2 s^2 + B_1 s + B_0}{A_n s^n + \dots A_2 s^2 + A_1 s + A_0}$$

Example:

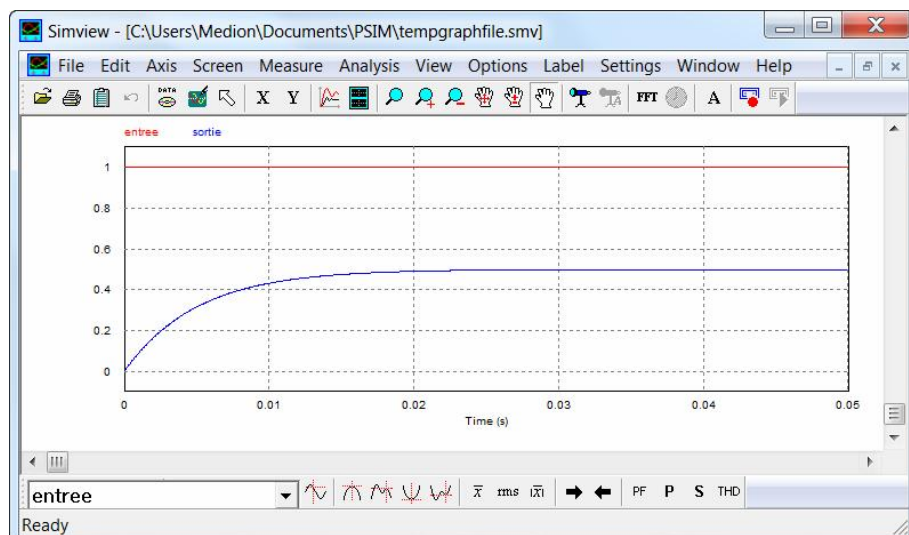
The following is a 2nd-order transfer function:

$$G(s) = 1.5 \times \frac{400}{s^2 + 10s + 400}$$

The specifications are:

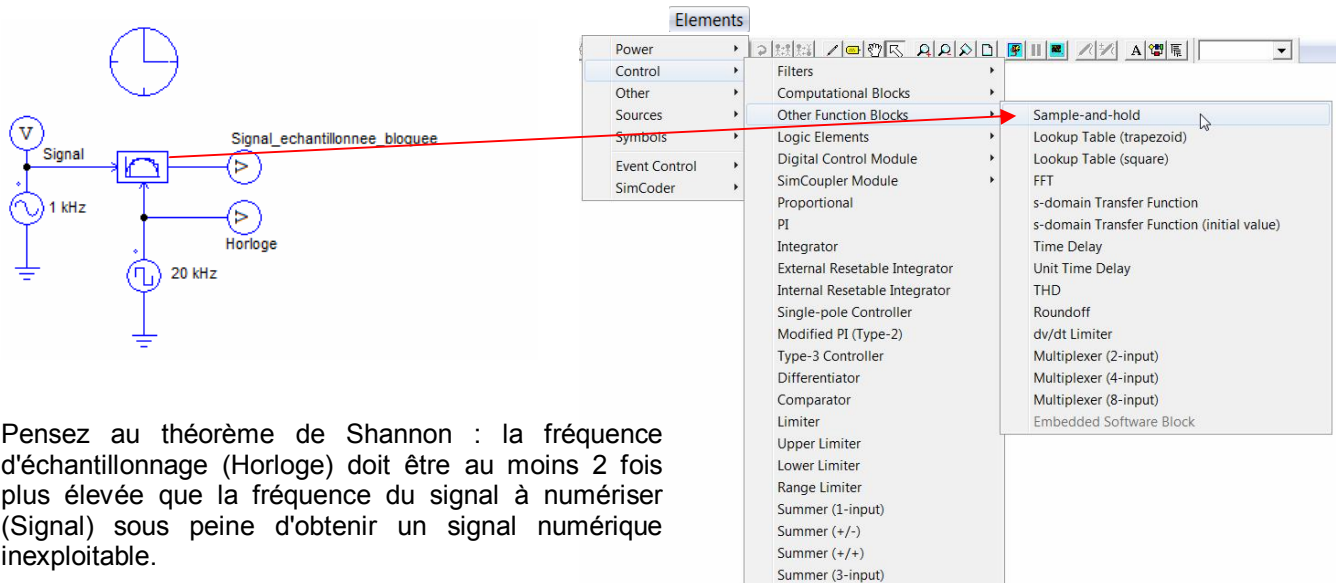
Order n	2
Gain	1.5
Coeff. Bn...	0. 0. 400.
B0	
Coeff. An...	1. 10. 400.
A0	

La fonction de transfert saisie ci-dessus vaut $H(s) = \frac{1}{0,01 \cdot s + 1}$: c'est une fonction du **premier ordre** de **gain statique** 1 et de **constante de temps** $\tau = 0,01$ s. Le schéma ci-dessus permet d'étudier la réaction d'un tel système bouclé avec un capteur de gain $K = 1$ et soumis à un échelon de tension 0 à 1 V. On obtient alors la réponse indicielle en sortie du système $H(s)$:

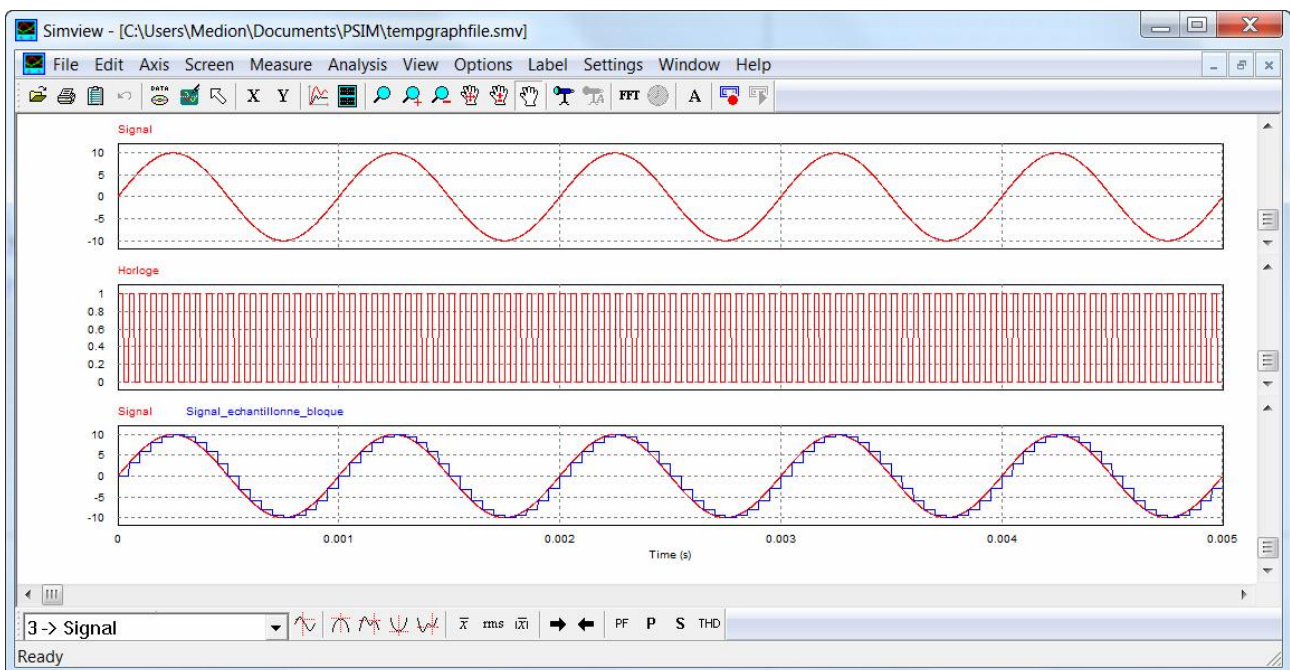


7. Obtenir et exploiter les études numériques

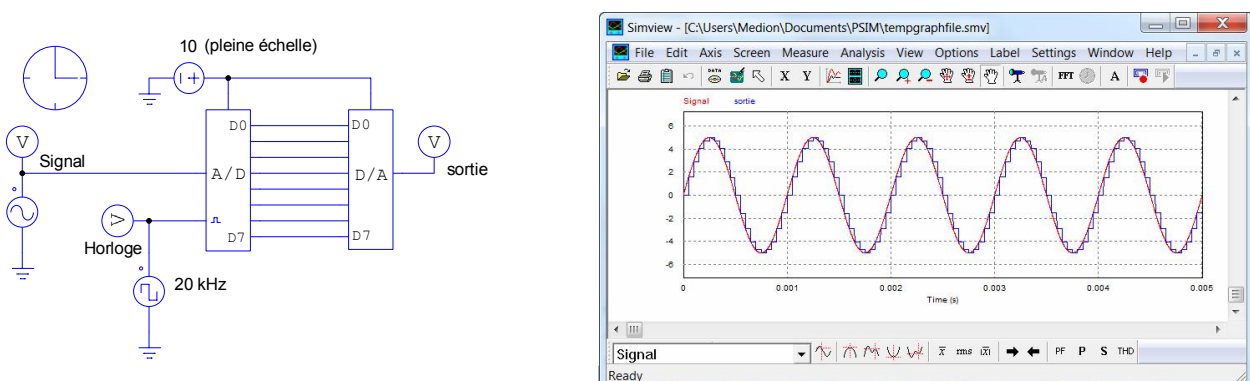
La numérisation d'un signal peut être étudiée à l'aide d'un échantillonneur-bloqueur qui consiste à enregistrer la valeur d'une tension (*sample*) sur un front montant d'horloge et de maintenir en mémoire (*hold*) cette valeur pendant la durée de la période d'échantillonnage.



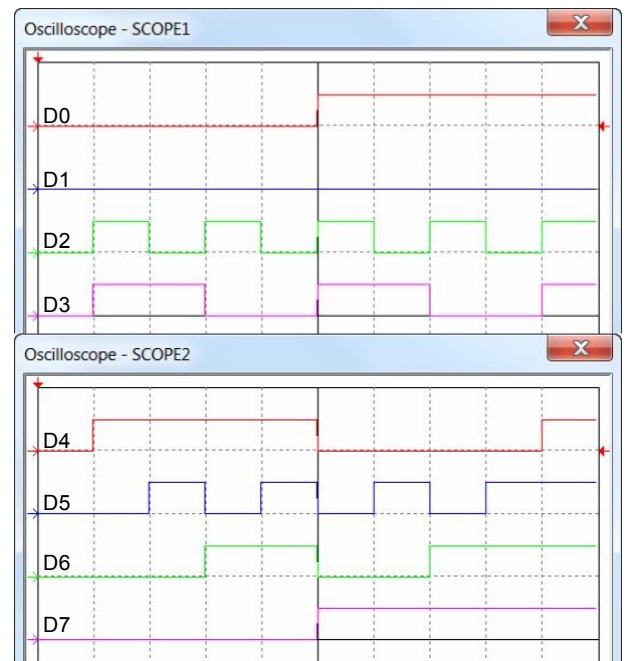
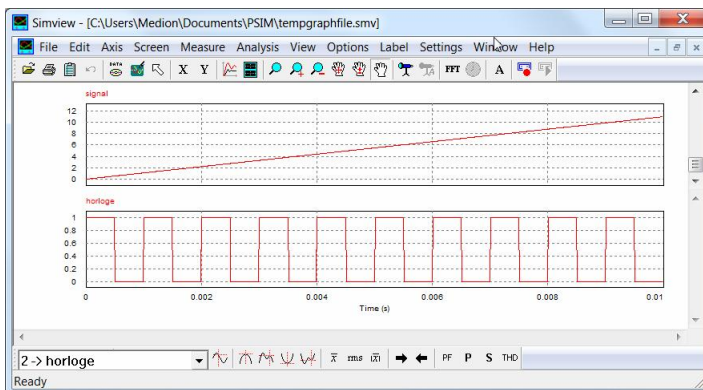
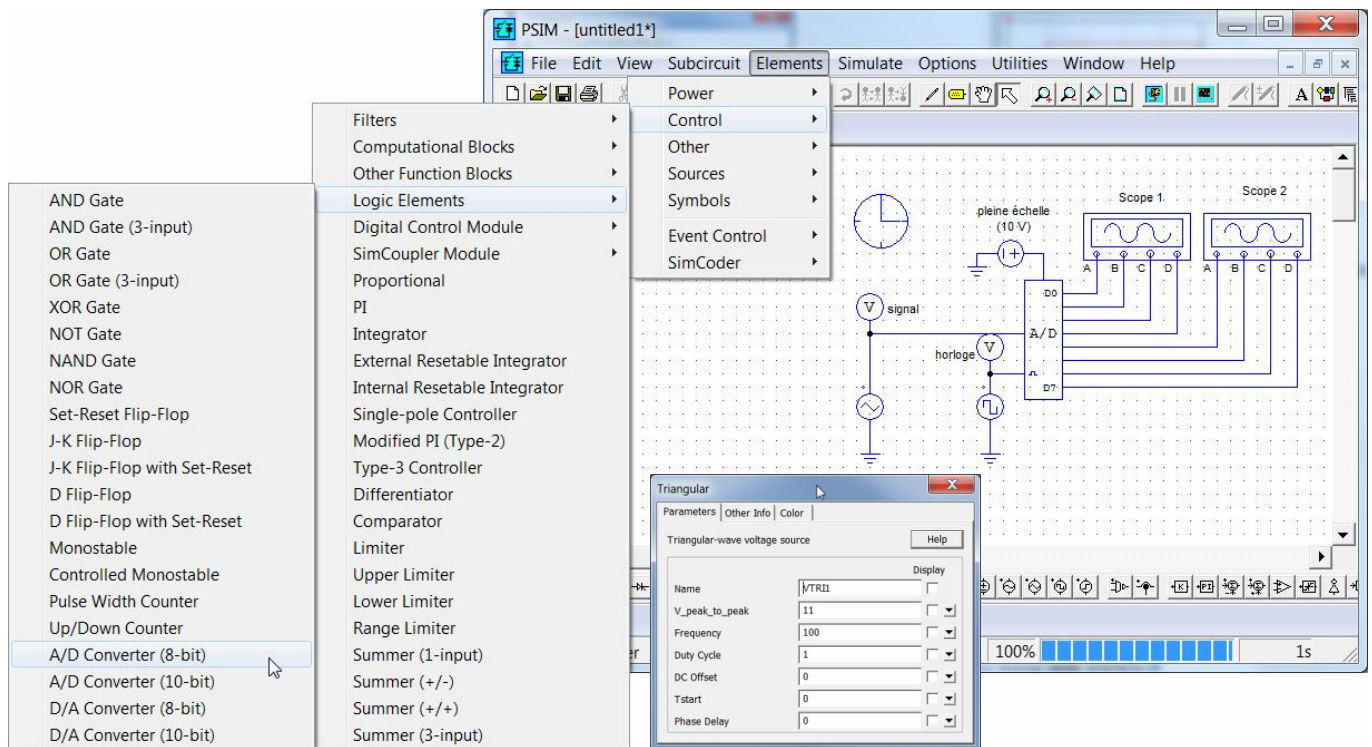
Pensez au théorème de Shannon : la fréquence d'échantillonnage (Horloge) doit être au moins 2 fois plus élevée que la fréquence du signal à numériser (Signal) sous peine d'obtenir un signal numérique inexploitable.



Un convertisseur analogique – numérique (**A/D Converter**) obtenu avec **Elements > Control > Logic Elements > A/D Converter** qui "échantillonne-bloque" le signal analogique et convertit ensuite la valeur de la tension en un code numérique (par exemple code binaire naturel). Le code numérique est alors exploité par un microprocesseur (automate) puis le signal numérique est à nouveau converti en analogique (**D/A Converter**) avant d'être exploité par le système électrique. Voici ci-dessous une chaîne de numérisation / restitution du signal d'entrée :



Le signal codé par un convertisseur A/D peut être visualisé avec des sondes de tension, mais peut être également visualisé avec les oscilloscopes :



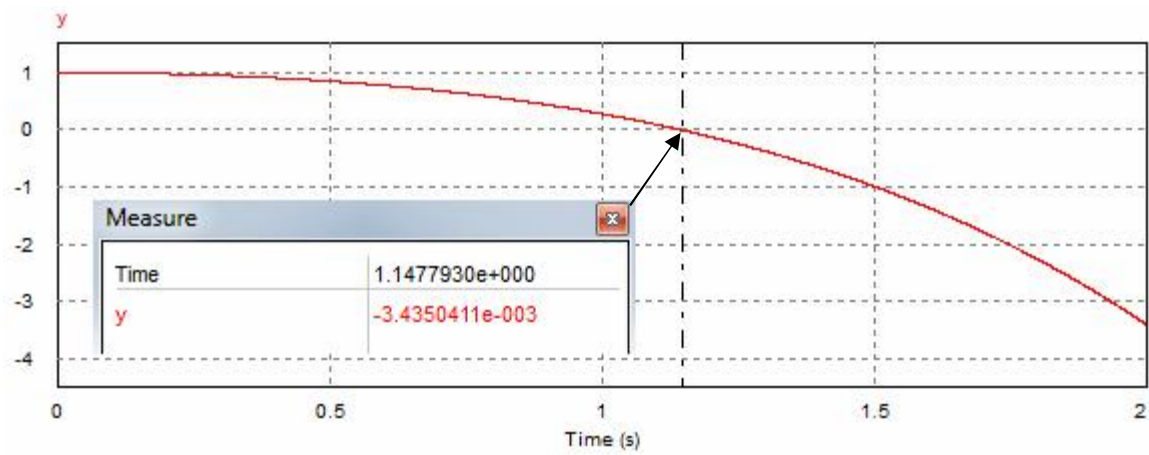
8. Utiliser Psim comme solver numérique

On veut résoudre par exemple l'équation $2 + x = \exp(x)$

Cette équation ne peut pas se résoudre analytiquement. On utilise donc une méthode de résolution numérique (solver numérique) :

on trace la courbe $y = 2 + x - \exp(x)$

On regarde pour quelle(s) valeur(s) de x on a $y = 0$.



On mesure Time $\approx 1,147$, c'est-à-dire $x \approx 1,147$