

Sim 1 : LTSPICE Prise en main

A. OBJECTIFS

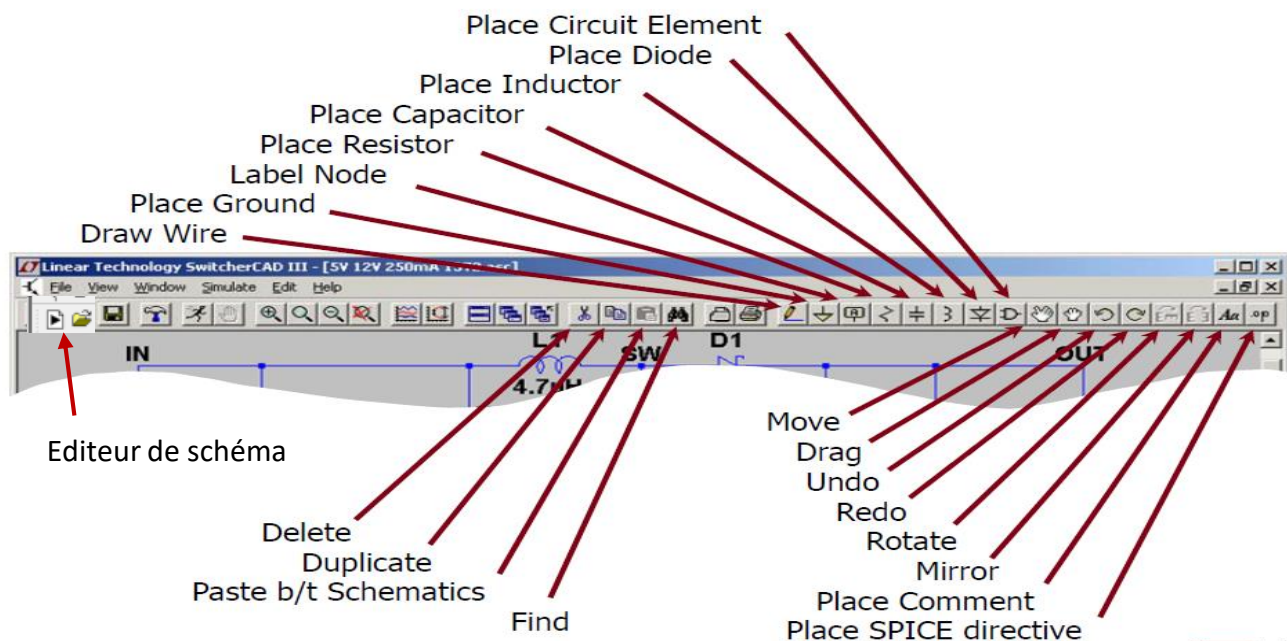
- Familiarisation avec LTSPICE : Logiciel de simulation des circuits électroniques
 - Dessiner le schéma d'un circuit;
 - Choisir et exécuter une simulation ;
 - Visualiser les résultats ;

Installation du logiciel :

Le logiciel LTSPICE est mis à disposition, en accès libre, par "Analog Devices" fabricant de circuits intégrés. Il permet de simuler tous types de circuit linéaire. Le logiciel est en fait une interface graphique dont le cœur est le programme SPICE (Simulation Program with Integrated Circuits Emphasis). SPICE a été créé et distribué gratuitement par l'Université de Californie (Berkeley) au début des années 1970 pour devenir en suite le standard de tous les simulateurs analogiques en circulation : PSPICE, Spectre (CADENCE), ELDO (Mentor)

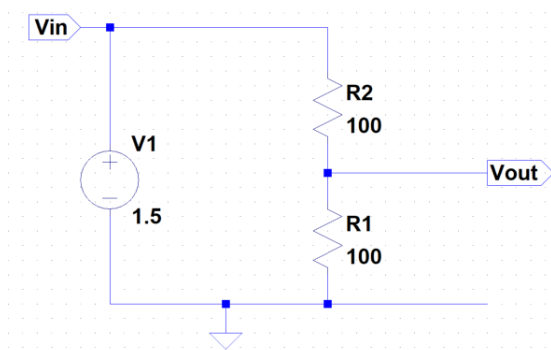
Pour installer LTSPICE il faut :

- Aller à : <https://www.analog.com/en/design-center/design-tools-and-calculators/ltspice-simulator.html>
- Cliquer sur « Download for Windows (ou Mac) » et exécuter le programme d'installation ([LTspiceXVII.exe](#))
- Double-cliquer sur l'icône  pour lancer le logiciel.
- Une fenêtre s'ouvrira dont les principales commandes sont :



Edition du Schéma Electrique

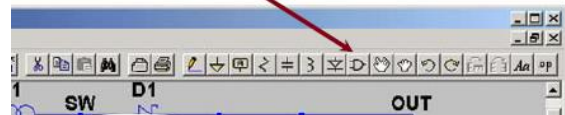
Comme premier exemple, nous allons étudier un simple diviseur de tension du TP1 c.à.d. :



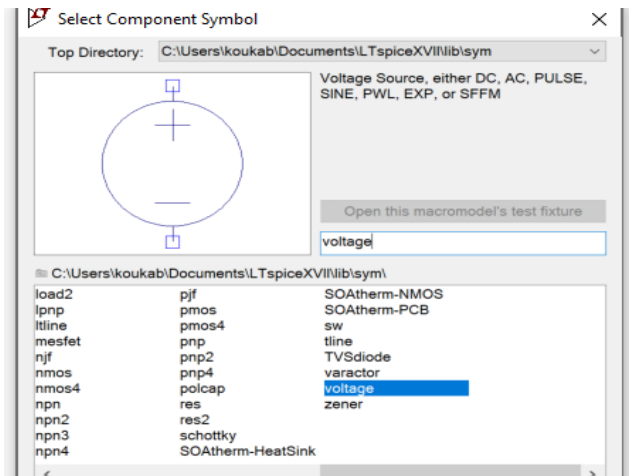
Pour cela, on commence par :

- Lancer l'éditeur de schéma en cliquant sur
- Placer les composants du circuit :
Cliquez sur « add component »

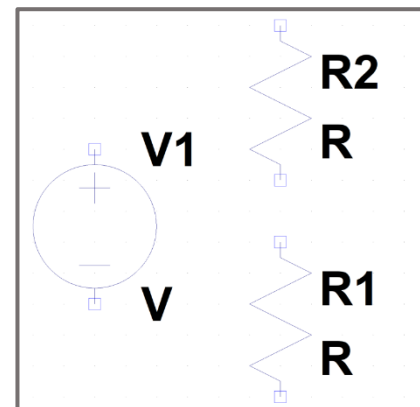
Add Component



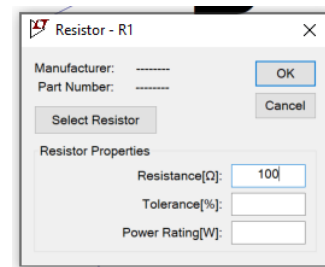
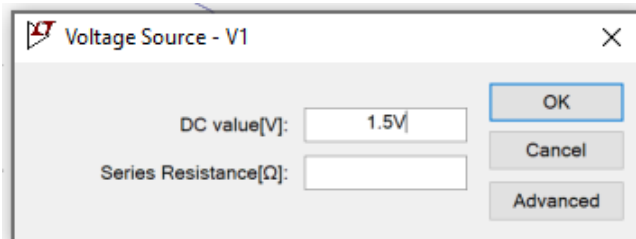
- Choisir une source de tension continue cliquer sur OK et la placer sur la page vide.



- Faire de même pour les deux résistances.



- Pivoter le composant si nécessaire en cliquant sur Ctrl+R ou sur
- Changer la valeur des composants :
 - Clic droit sur chaque composant pour changer sa valeur

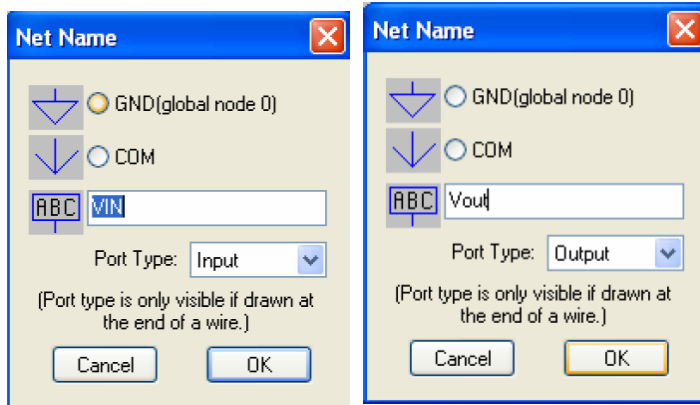


Remarque: Les unités sont spécifiées de la façon suivante sur LTSPICE

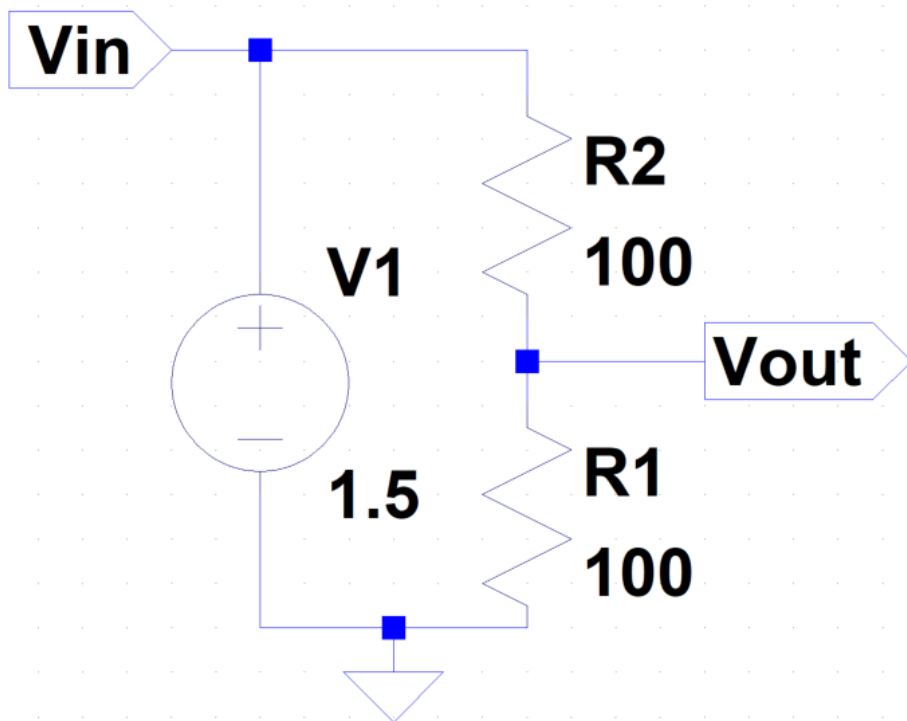
(Confusions à éviter : ne pas utiliser M pour 10^6 ni F pour Farad):

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| ◆ K = k = kilo = 10^3 | ◆ m = M = milli = 10^{-3} |
| ◆ MEG = meg = 10^6 | ◆ u = U = micro = 10^{-6} |
| ◆ G = g = giga = 10^9 | ◆ n = N = nano = 10^{-9} |
| ◆ T = t = terra = 10^{12} | ◆ p = P = pico = 10^{-12} |
| | ◆ f = F = femto = 10^{-15} |

- Connecter les composants entre eux pour cela cliquer sur « add wire »  et tirer les lignes entre les composants.
- Insérer la référence de masse en cliquant sur « add ground » .
- Ajouter un label  afin de donner un nom aux différentes connections du circuit
label VIN d'entrée label Vout de sortie



- Vous devez aboutir à ce stade au circuit suivant :



- Enregistrer votre fichier, save as **TP1 sim.asc**.

Choix du type de simulation

SPICE permet 6 types de simulations :

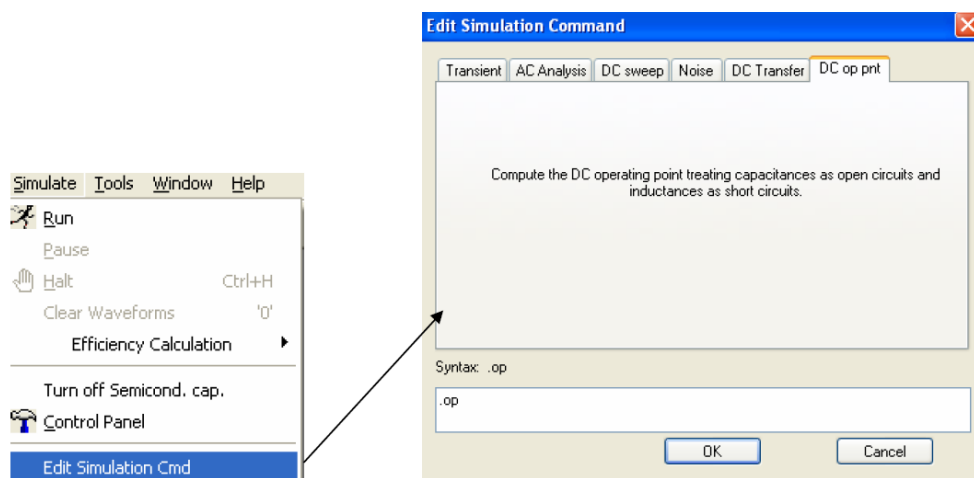
- Point de fonctionnement DC “DC operating point”
- Balayage DC “DC sweep”
- Transitoire “Transient”
- Fonction de transfert DC “DC transfer function”
- Fonction de transfert AC “AC transfer function”
- Bruit “Noise”

Nous allons utiliser dans ce labo les trois premières (“DC operating point” ; “DC sweep” ; “Transient”).

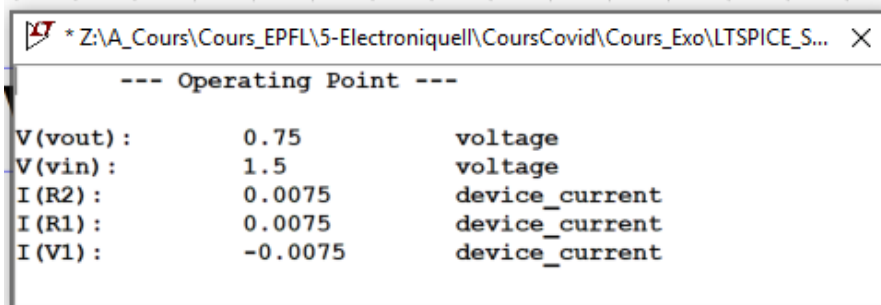
Point de fonctionnement “DC operating point”.

Ici on va s’intéresser d’abord aux valeurs continues de tensions et de courants du circuit autrement dit à son point de fonctionnement “DC operating point”. Cette commande se fait comme suite :

- Cliquer sur **Simulate** puis sur **Edit simulation Cmd** puis choisir **DC op pnt**.



- Placer la commande **.opt** sur le schéma
- Lancer la simulation en cliquant sur run 
- Après la fin de la simulation le résultat est affiché automatiquement :

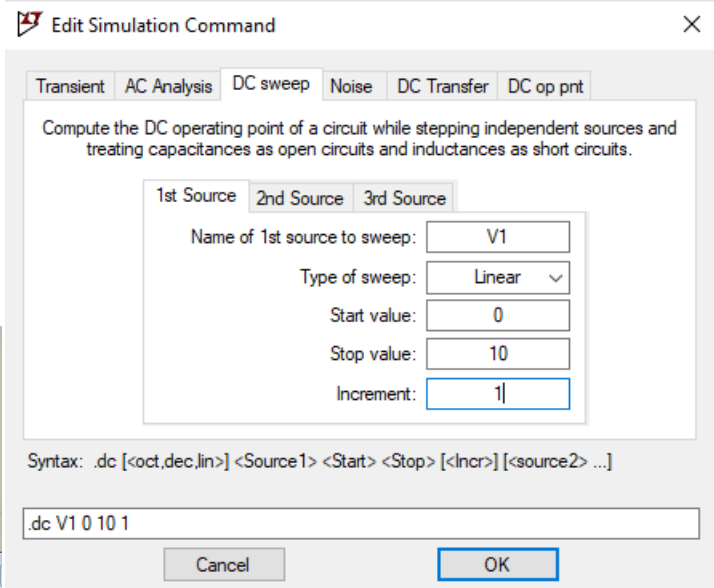


La tension V_{out} est bien égale à la moitié de V_{in} et le courant circulant dans la maille est bien égale à $\frac{V_{in}}{(R_1 + R_2)}$

Balayage DC "DC sweep"

Dans cette partie, on va varier la tension continue V1 à l'entrée du circuit de 0 à 10V et nous allons tracer la tension de sortie V_{out} en fonction de V1. C'est ce qu'on appelle la fonction de transfert.

- Cliquer sur **Simulate** puis sur **Edit simulation Cmd** puis choisir **DC sweep** et remplir comme sur la figure à droite.
- Placer la commande **.dc V1 0 10 1** sur le schéma
- Lancer la simulation en cliquant sur run 
- Placer le curseur de tension « *Voltage probe cursor* » sur le nœud de sortie sur le schéma pour visualiser V_{out}.



Edit Simulation Command

Transient AC Analysis **DC sweep** Noise DC Transfer DC op prt

Compute the DC operating point of a circuit while stepping independent sources and treating capacitances as open circuits and inductances as short circuits.

1st Source 2nd Source 3rd Source

Name of 1st source to sweep:

Type of sweep:

Start value:

Stop value:

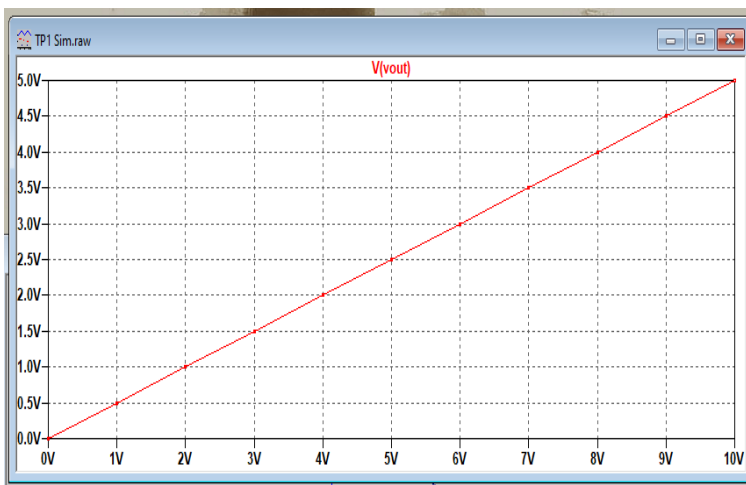
Increment:

Syntax: .dc [<oct,dec,lin>] <Source1> <Start> <Stop> [<Incr>] [<source2> ...]

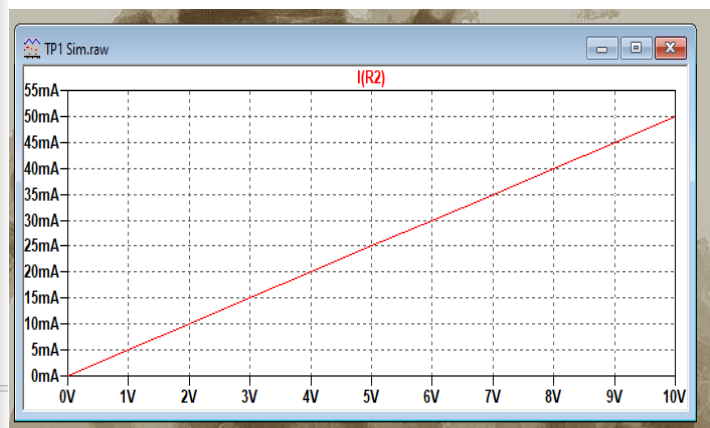
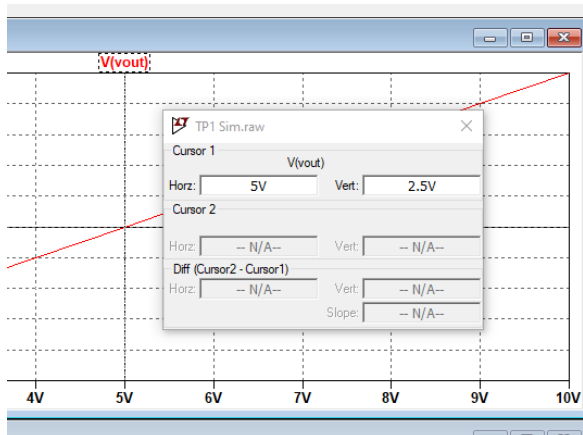
.dc V1 0 10 1

Cancel OK

Remarque : Vous pouvez changer les paramètres d'affichage en cliquant sur **Tools** puis sur **Color preferences**.



- Cliquer sur **V(vout)** pour faire apparaître le curseur avec les coordonnées du point (V_{out1}, V_{in1}). Vous pouvez alors déplacer le curseur pour relever les valeurs (V_{out1}, V_{in1}) de n'importe quel point de la courbe. En cliquant une deuxième fois sur **V(vout)**, vous activez le curseur 2 que vous pouvez déplacer aussi pour relever les valeurs (V_{out2}, V_{in2}) ainsi que (V_{out2} - V_{out1}, V_{in2} - V_{in1}).



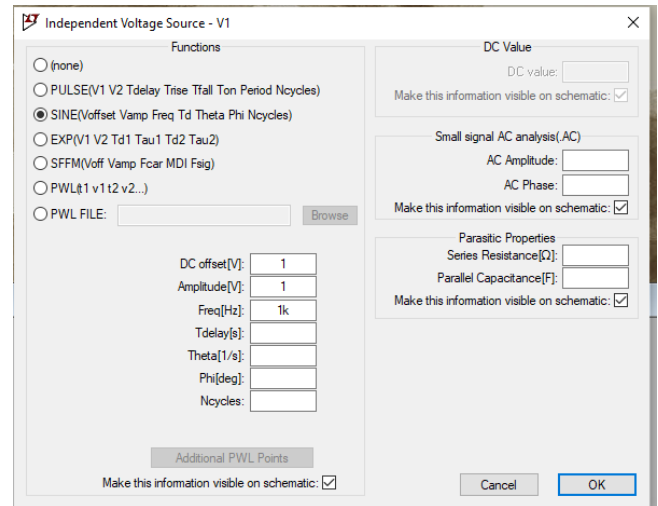
- Placer le curseur de courant « *Current probe cursor* » sur un des composants du circuit, exemple sur R2 pour visualiser le courant qui la traverse (ici $I(R_2) = \frac{V_1}{(R_2 + R_1)}$).

Transitoire "Transient"

Nous intéressons maintenant aux signaux qui varient avec le temps.

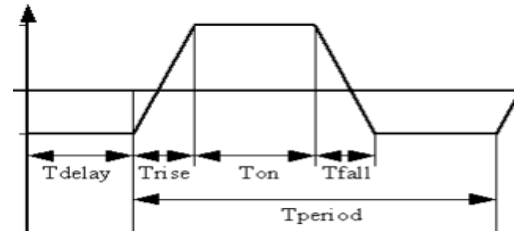
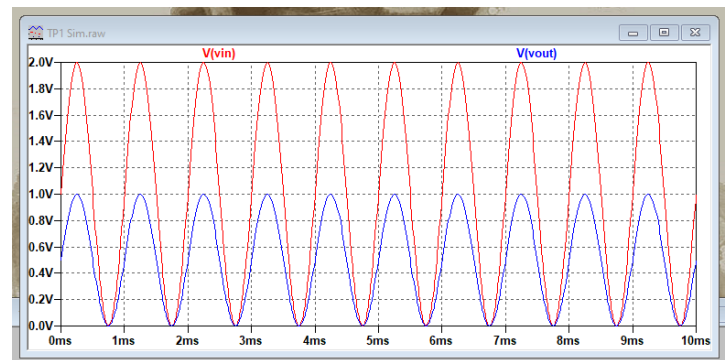
Cas 1 : V1 est un signal sinusoïdal.

- Fermer d'abord la fenêtre affichant les résultats de simulation.
- Clic droit sur V1 puis sur **Advanced**
- Choisir **SINE** et remplir comme sur la figure à droite.
- Ce qui donne : **V1 = 1 + 1 sin (2π10³ t)**
- Cliquer sur **Simulate** puis sur **Edit simulation Cmd** puis choisir Transient et mettre **Stop time** à 10ms.
- Placer la commande **.Tran 10ms** sur le schéma
- Lancer la simulation en cliquant sur run .
- Afficher simultanément V_{out} et V_{in}



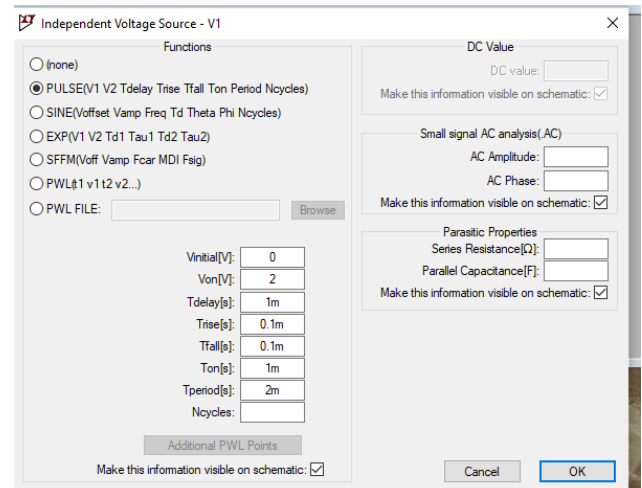
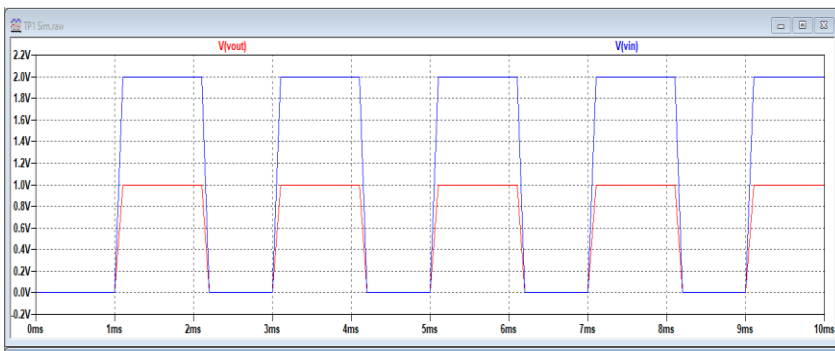
- Notez que le diviseur de tension s'applique au signal DC comme au signal ac. Le résultat est donc :

$$V_{out} = 0.5 + 0.5 \sin (2\pi 10^3 t)$$

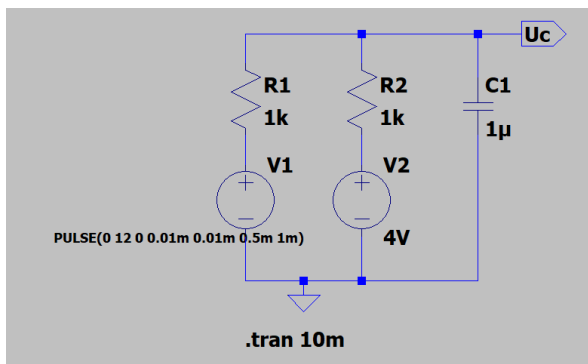
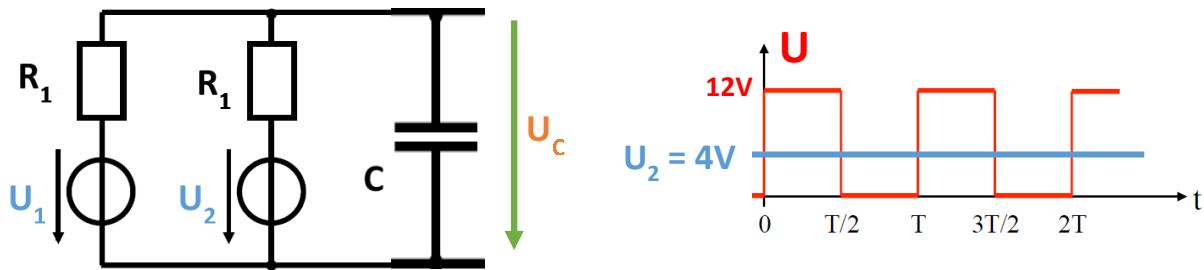


Cas 2 : V1 est un signal carré (Pulse).

- Fermer d'abord la fenêtre affichant les résultats de simulation.
- Clic droit sur V1
- Choisir **Pulse** et remplir comme sur la figure à droite.
- Lancer la simulation (Trans) en cliquant sur run .
- Afficher simultanément V_{out} et V_{in}



Exercice 1



Avec $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $C = 1 \mu\text{F}$.

- Déterminer la constante de temps τ du circuit et simuler la réponse $U_c(t)$ lorsque $T = 10 \tau$, $T = 2 \tau$. Faire la simulation sur 10 périodes.
- Vérifier la concordance entre la théorie (exercice du cours) et la simulation pour la valeur moyenne et l'amplitude de $U_c(t)$ en régime établi.

Exercice 2

- Simuler la fonction de transfert $H(j\omega) = \underline{U}_2/\underline{U}_1$ en amplitude et en phase du circuit suivant (utiliser **AC Analysis** comme indiqué ci-dessous) :
- A l'aide des curseurs, relever les amplitudes max et min de $H(j\omega)$ ainsi que les fréquences de coupures et vérifier la concordance avec la théorie.

