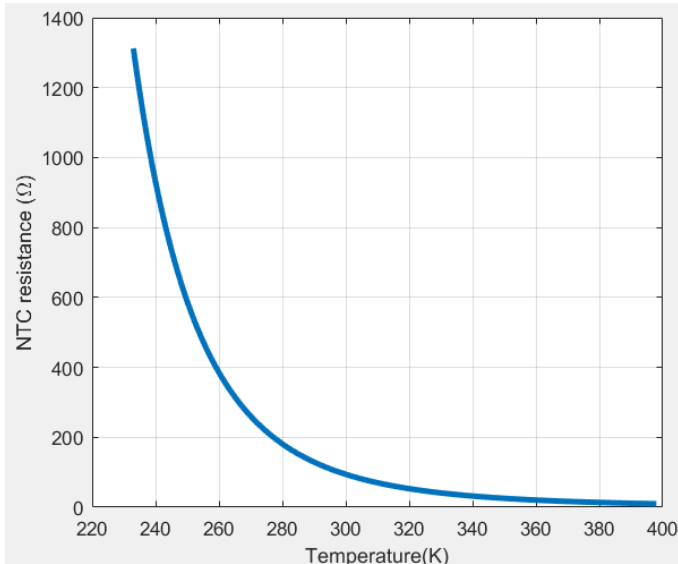


# Correction du TP N°1: Simulation par Multisim d'un circuit conditionneur d'un capteur de température NTC (Negative Temperature Coefficient thermistor)

## Le capteur :

R(T) est un capteur de température de type NTC ayant la caractéristique R(T) suivante :

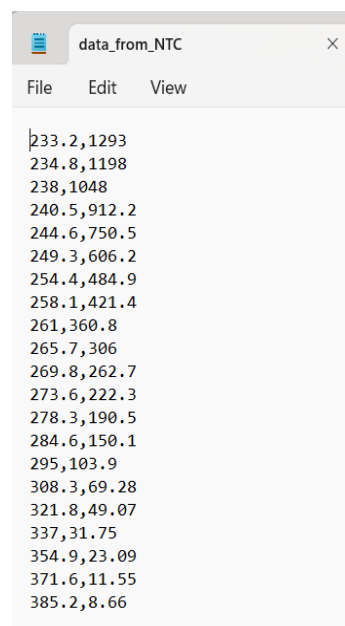
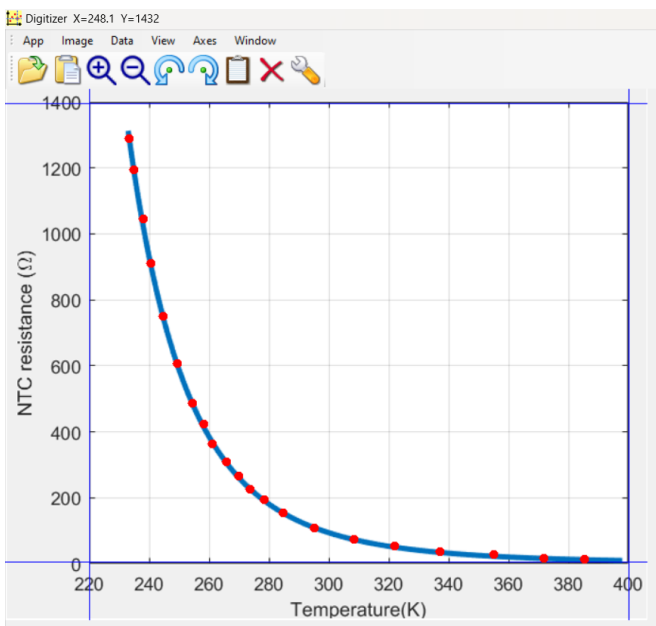


R(T) est approximée par la formule :  $R(T) = R_0 \exp\left(B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right)$ .

$T_0$  est la température de référence :  $T_0=298$  K.

Question 1 : Dans MATLAB, Utiliser 'Curve Fitting Tool' or **cfTool** pour déterminer les paramètres  $R_0$  et  $B$ .

- a- Premièrement on doit extraire un nombre suffisant de points du graphe  $R_{NTC}(T)$ . Pour cela on peut utiliser par exemple l'application : Digitizer.



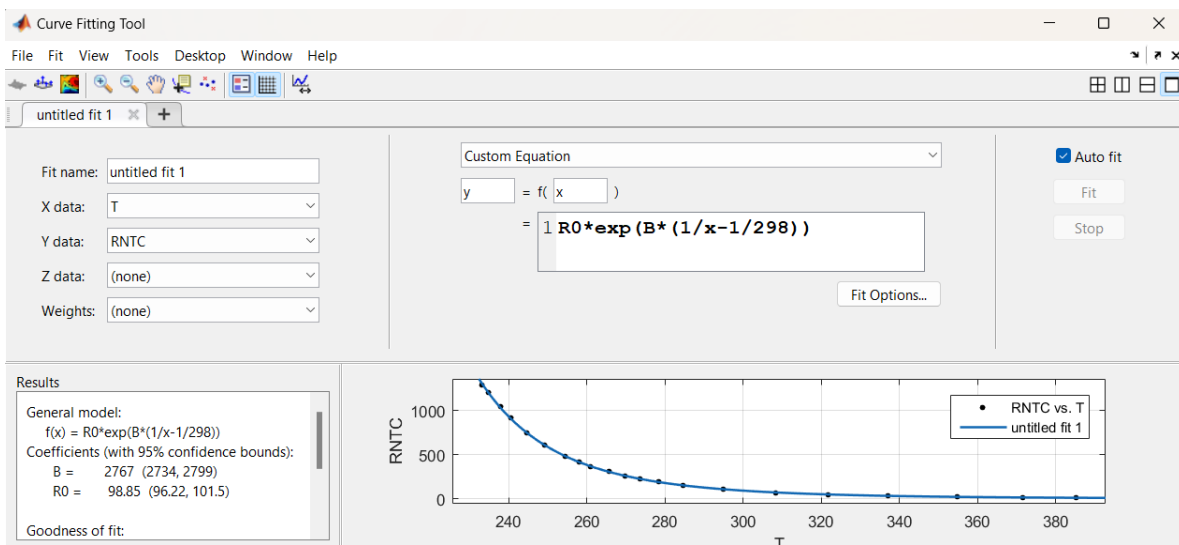
- b- On utilise le code suivant pour lire le fichier data\_from\_NTC.txt ensuite utiliser l'instruction fit pour déterminer les paramètres  $R_0$  et  $B$  :

```

clear; clc;
%%%%% Méthode 1: utilisation de : csvread
A=csvread('C:\Users\khale\OneDrive\Bureau\data_from_NTC.txt');
%%%%% Méthode 2: utilisation de : fscanf
% id=fopen('C:\Users\khale\OneDrive\Bureau\data_from_NTC.txt ');
% i=1;
% while ~feof(id)
%     A(i,1:2)=fscanf(id,'%f,%f\n',2);
%     i=i+1;
% end
% fclose(id);
T=A(:,1); RNTC=A(:,2);
plot(T,RNTC,'bo');grid on;hold on;
T0=298;
ft = fitype('R0*exp(B*(1/x-1/298))',...
    'dependent',{'y'},'independent',{'x'},...
    'coefficients',{'R0','B'});
f = fit(T,RNTC,ft,'StartPoint',[10,10]);
RNTC_fit=f.R0*exp(f.B*(1./T-1/298));
plot(T,RNTC_fit,'x-','LineWidth',2);

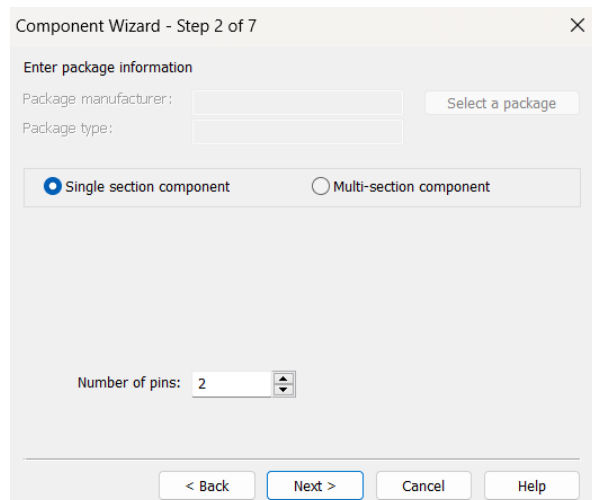
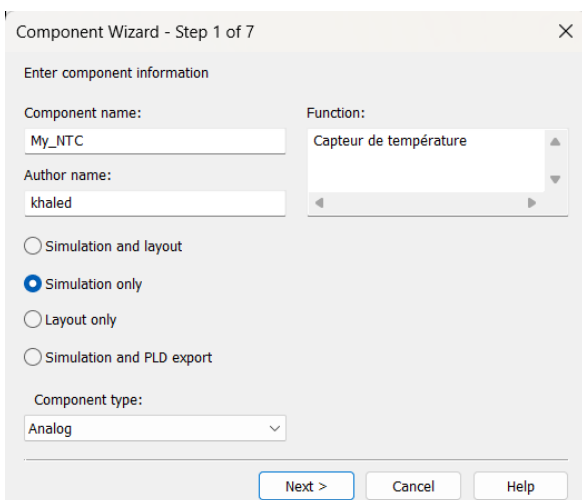
```

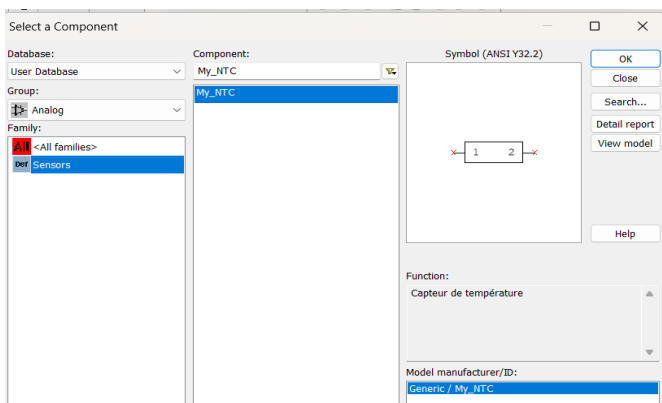
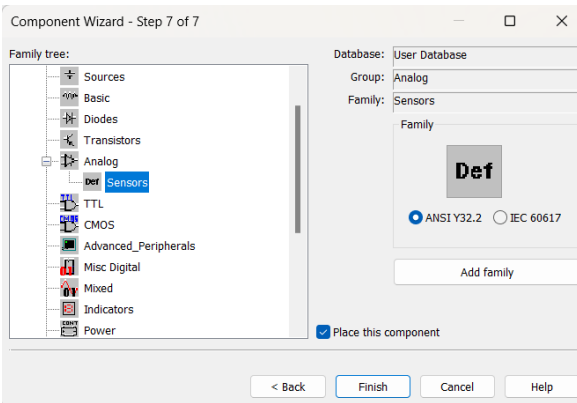
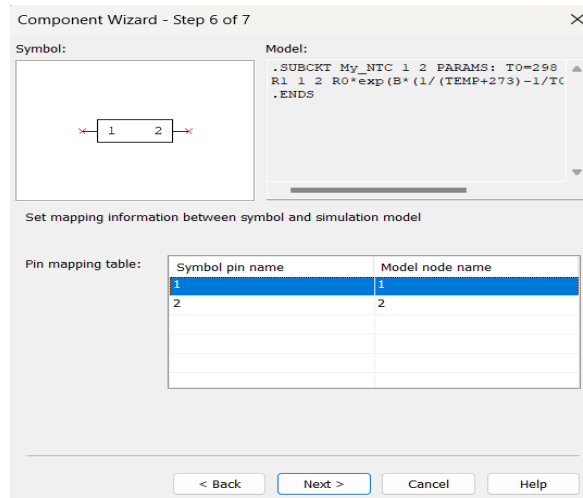
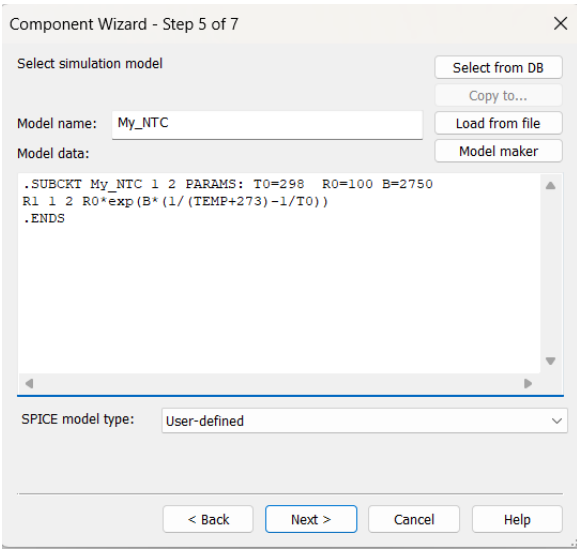
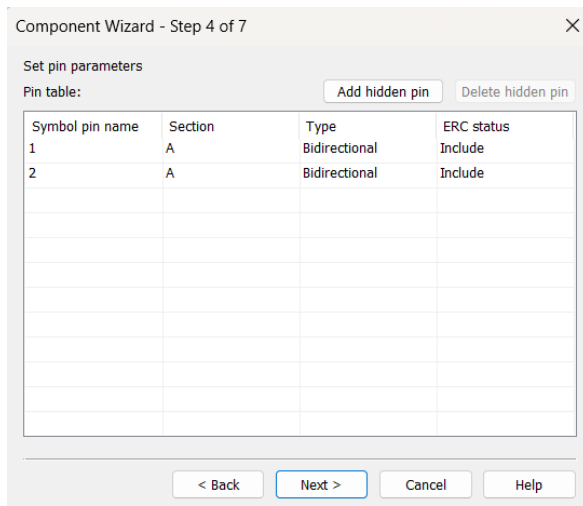
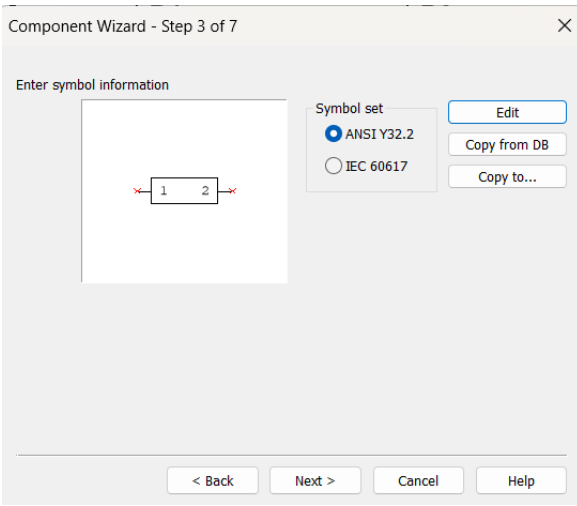
On peut aussi utiliser l'outil cftool:



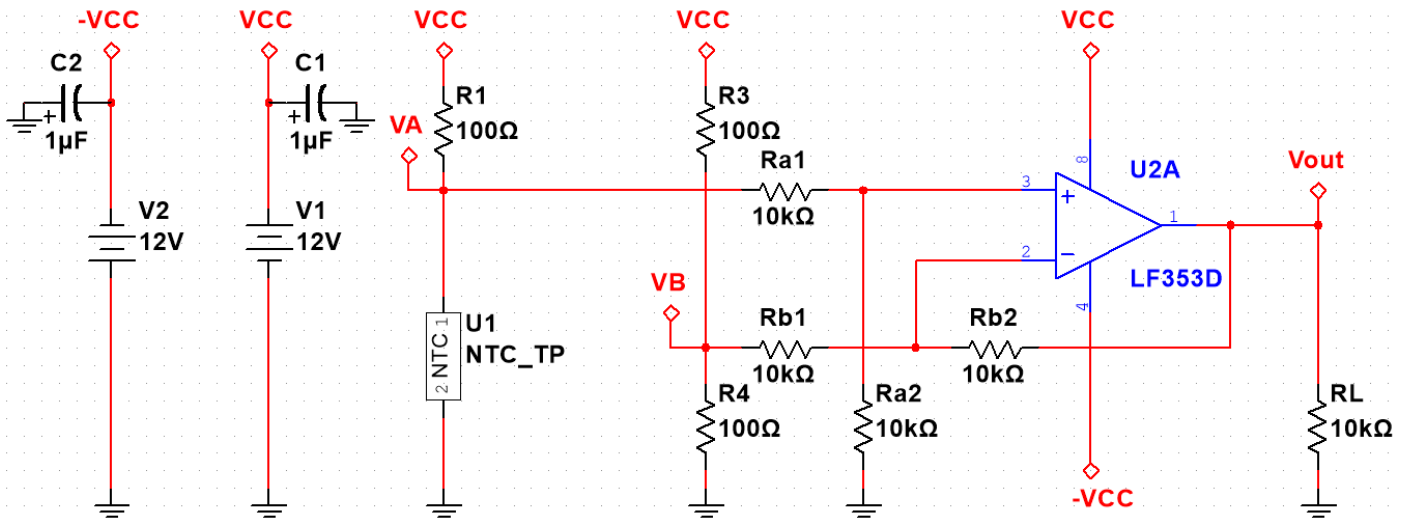
Question 2 : Dans Multisim, créer un nouveau composant dans la bibliothèque 'User database → Misc' en lui donnant le nom 'NTC\_TP' ou 'My\_NTC'.

a- Select Tools»Component Wizard from the Multisim main menu.





**Simulation par Multisim :**



**Question 03 :** Utiliser 'Temperature sweep analysis' dans l'intervalle  $T=233 \text{ K} \rightarrow 398 \text{ K}$  pour tracer la tension de sortie  $V_{out}$ .

**Question 04 :** Même question pour  $T=288 \text{ K} \rightarrow 308 \text{ K}$ .

**Question 05 :** Donner les expressions théoriques et calculer les tensions :  $V_A$ - $V_B$  et  $V_{out}$  en fonction de  $V_A$ - $V_B$ .

$R1$  et en série avec  $NTC\_TP$  parce que  $R_{a1} \gg R_{TH} = R1 // NTC\_TP$ .

$R3$  et en série avec  $R4$  parce que  $R_{b1} \gg R_{TH} = R3 // R4$ .

$$\Rightarrow \begin{cases} V_A = \frac{NTC\_TP}{NTC\_TP + R1} VCC = 1.29 \text{ V} \rightarrow 11.15 \text{ V} \\ V_B = \frac{R4}{R3 + R4} VCC = 6 \text{ V} \end{cases}$$

$$V_{out} = V_A - V_B = -4.71 \text{ V} \rightarrow 5.15 \text{ V}$$

**Question 06 :** Donner la condition pour laquelle  $V_{out}$  soit une fonction linéaire de la température.

On a :  $R1 = R3 = R4 = R0$ .

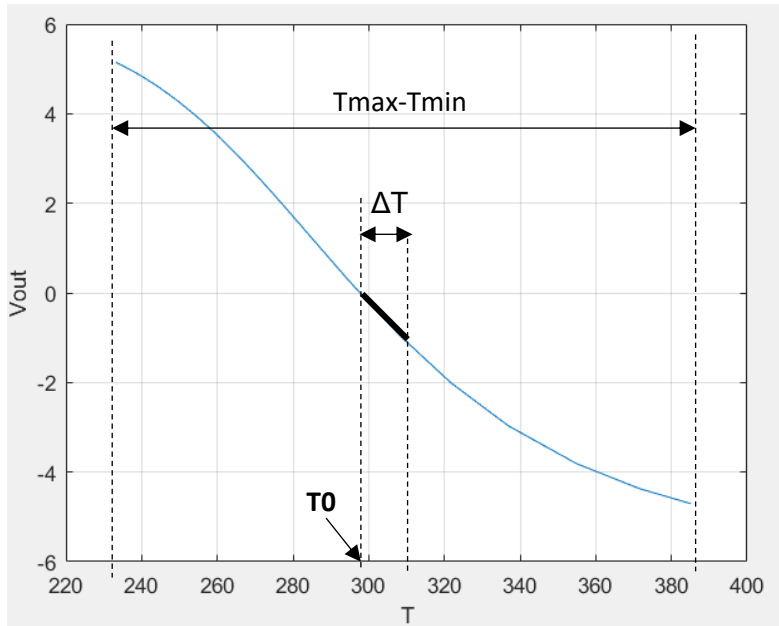
$$V_{out} = \frac{NTC_{TP}}{NTC_{TP} + R1} VCC - \frac{R4}{R3 + R4} VCC = \left( \frac{R0 \exp\left(B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right)}{R0 \exp\left(B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right) + R0} - \frac{1}{2} \right) VCC$$

$$= \frac{\exp\left(B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right) - 1}{\exp\left(B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right) + 1} VCC$$

La plus simple condition pour que  $V_{out}$  soit linéaire est :

$$|\Delta T| \ll T_{max} - T_{min}$$

$$\Rightarrow \frac{\exp\left(B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right) - 1}{\exp\left(B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right) + 1} \cong aT + b$$



Question 07 : Quelle est le rôle de circuit LF353D ?

**Le circuit LF353 est amplificateur différentiel.**