

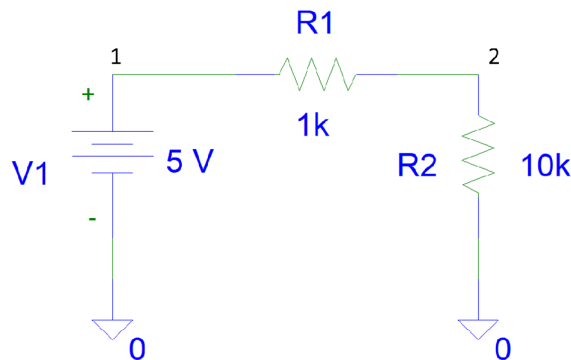
# UACS : Guide de l'utilisateur

## Table of Contents

Simulation statique d'un circuit linéaire.....	1
Pont diviseur de tension.....	1
Circuit RC (simulation statique).....	2
Simulation temporelle d'un circuit linéaire.....	2
Circuit RC, conditions initiales nulles.....	3
Circuit RC conditions $V_c(0) = 2 \text{ V}$ .....	4
Circuit RC-RC.....	5
Circuit RLC.....	6
Circuits Non Linéaires .....	8
Point de fonctionnement d'un circuit Resistance - Diode en série.....	8
Evolution de la tension V et courant I en fonction de la tension $E_g$ (0 - 10 V):.....	9
Amplificateur opérationnel.....	10
Amplificateur Opérationnel : uA741 : Inverseur.....	10
Amplificateur Opérationnel : uA741 : Inverseur (Saturation).....	12
Amplificateur Opérationnel : uA741 : Inverseur (Slew Rate).....	13
Amplificateur Opérationnel : uA741 : Filtre Passe Bas Salen-Key.....	14
Amplificateur Opérationnel : uA741 : Filtre Passe Bas Salen-Key, réponse à un échelon.....	15
Source de courant pour PT100.....	17

## Simulation statique d'un circuit linéaire

### Pont diviseur de tension



Définition du circuit :

```
clear
netlist={
    'R1 1 2 1e3'
    'R2 2 0 10e3'
    'V1 1 0 5'
};
sim=uacs(netlist)
```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez  
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR\_NR=0.001 TolA\_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt\_max=, dt\_min=1e-09

```

2 Resistor(s), 0 Inductor(s), 0 Capacitor(s), 0 Diode(s), 0 Current Source(s), 1 Voltage Source(s) 2 electrical nodes
in.t and in.t_bounds not provided ... OP solver
Calcul point de Fonctionnement
[ok]
sim = struct with fields:
    X: [3x1 double]
    in: [1x1 struct]
    out_parser: [1x1 struct]
    probe_name: {}
    probe_id: []
    names: {'V(1)' 'V(2)' 'I(V1)'}

```

uacs renvoie une structure sim avec sim.X correspondant au vecteur des inconnues de la formulation MNA : les potentiels des noeuds puis les inconnues de courant de la source de tension, dans l'ordre de in.V (si plusieurs sources). La cell sim.names donne la composition du vecteur des inconnues sim.X.

```
fprintf('Potentiel du noeud 1 : %g V\nPotentiel du noeud 2 : %g V\nCourant débité par la source de tension : %g A\n', sim.X(1), sim.X(2), sim.X(3))
```

```

Potentiel du noeud 1 : 5 V
Potentiel du noeud 2 : 4.54545 V
Courant débité par la source de tension : -0.000454545 A

```

## Circuit RC (simulation statique)

En simulation statique, la capacité est équivalente à un circuit ouvert.

```

clear
netlist={
    'R1 1 2 1e3'
    'C1 2 0 1e-9'
    'V1 1 0 5'
};
sim=uacs(netlist)

```

```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR_NR=0.001 TolA_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt_max=, dt_min=1e-09
1 Resistor(s), 0 Inductor(s), 1 Capacitor(s), 0 Diode(s), 0 Current Source(s), 1 Voltage Source(s) 2 electrical nodes
in.t and in.t_bounds not provided ... OP solver
Calcul point de Fonctionnement
[ok]
sim = struct with fields:
    X: [3x1 double]
    in: [1x1 struct]
    out_parser: [1x1 struct]
    probe_name: {}
    probe_id: []
    names: {'V(1)' 'V(2)' 'I(V1)'}

```

```
sim.X
```

```

ans = 3x1
    5.0000
    5.0000
   -0.0000

```

## Simulation temporelle d'un circuit linéaire

## Circuit RC, conditions initiales nulles

```
clear in
netlist={
    'R1 1 2 1e3'
    'C1 2 0 100e-9'
    'V1 1 0 5'
    '.tran tstop=1e-3 dtmax=1e-5 initTRAN=CI'
};
sim=uacs(netlist)
```

```
Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR_NR=0.001 TolA_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt_max=1e-05, dt_min=1e-09
1 Resistor(s), 0 Inductor(s), 1 Capacitor(s), 0 Diode(s), 0 Current Source(s), 1 Voltage Source(s) 2 electrical nodes
Transient Simulation, t0=0, tmax=0.000999975, with Trapezoidal discretization and automatic time step control.
Solution initiale @ t=0 // Solution initiale Sources à 0 et IC_C IC_L
[ok]
```

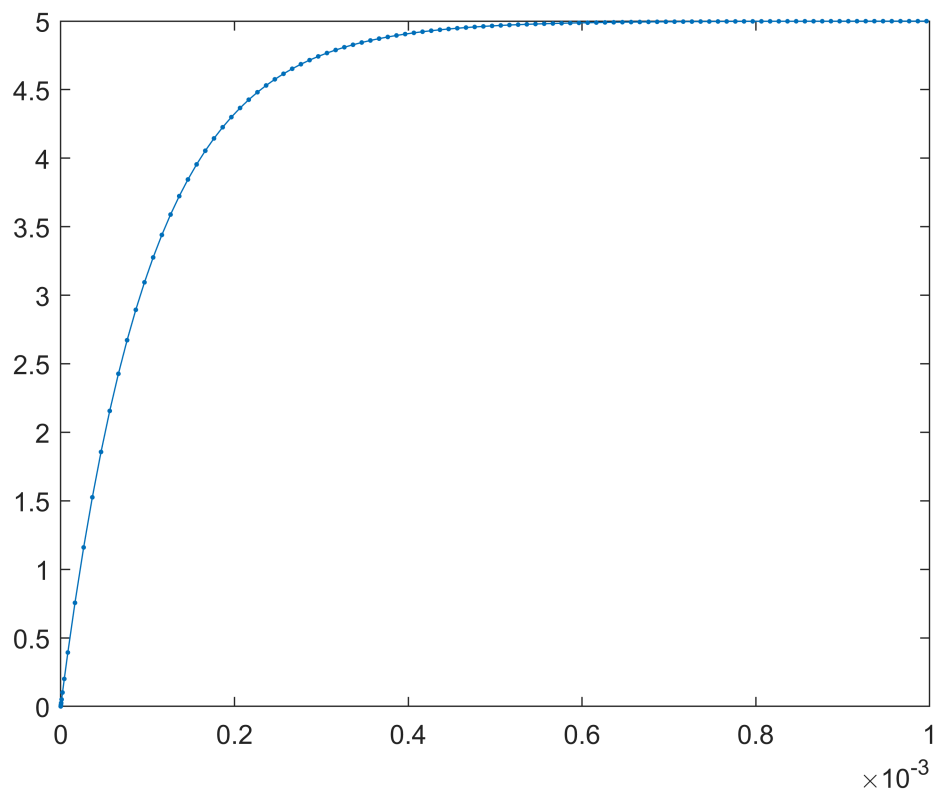
```
118 time steps computed in 0.074925 seconds.
```

```
sim = struct with fields:
```

```
    X_t: [3x118 double]
      t: [1x118 double]
      in: [1x1 struct]
out_parser: [1x1 struct]
probe_name: {}
probe_id: []
  names: {'V(1)' 'V(2)' 'I(V1)'}
```

initTRAN=CI force la condition initiale à 0 (sauf pour les capacités si une tension initiale est définie par IC=... ) pour t=0. Sinon la condition initiale = Point de fonctionnement (par défaut initTRAN=OP).

```
plot(sim.t,sim.X_t(2,:),'.-')
```



### Circuit RC conditions $V_c(0) = 2 \text{ V}$

```
netlist={
    'R1 1 2 1e3'
    'C1 2 0 100e-9 IC=2'
    'V1 1 0 5'
    '.tran tstop=1e-3 dtmax=1e-5 initTRAN=CI'
};
sim=uacs(netlist);
```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez

max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR\_NR=0.001 TolA\_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt\_max=1e-05, dt\_min=1e-09

1 Resistor(s), 0 Inductor(s), 1 Capacitor(s), 0 Diode(s), 0 Current Source(s), 1 Voltage Source(s) 2 electrical nodes

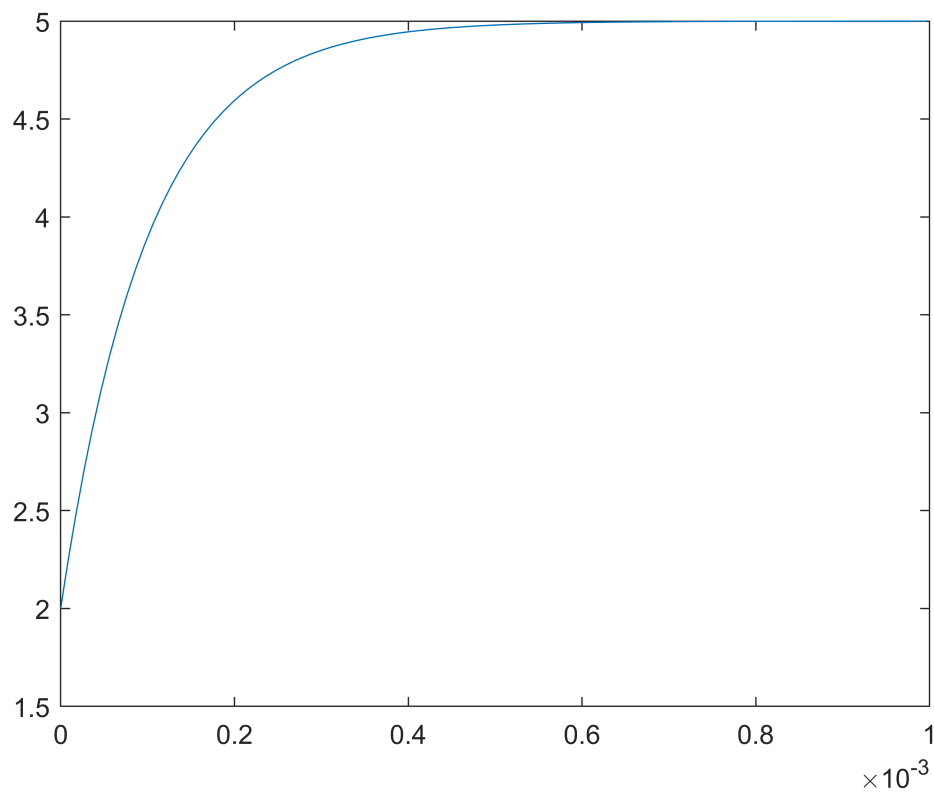
Transient Simulation, t0=0, tmax=0.000999975, with Trapezoidal discretization and automatic time step control.

Solution initiale @ t=0 // Solution initiale Sources à 0 et IC\_C IC\_L

[ok]

117 time steps computed in 0.0287415 seconds.

```
plot(sim.t,sim.X_t(2,:))
```



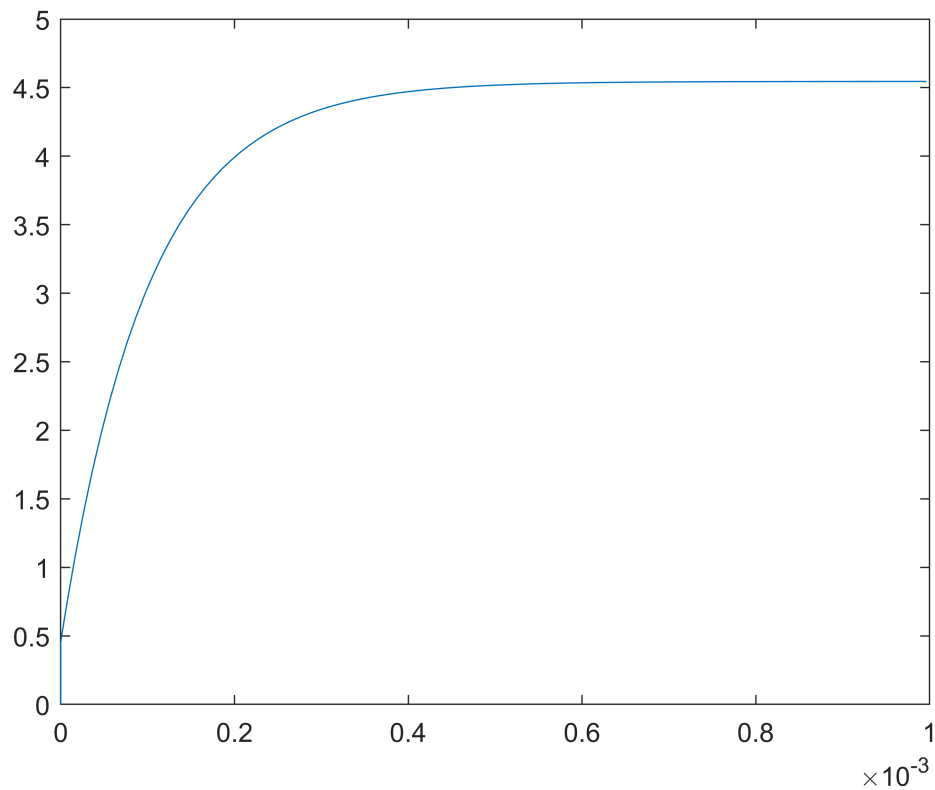
## Circuit RC-RC

```
clear
netlist={
    'R1 1 2 1000'
    'R2 2 0 10e3'
    'C1 2 0 100e-9'
    'C2 1 2 10e-9'
    'V1 1 0 5'
    '.tran tstop=1e-3 dtmax=1e-5 initTRAN=CI'
};
sim=uacs(netlist);
```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez  
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR\_NR=0.001 TolA\_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt\_max=1e-05, dt\_min=1e-09  
2 Resistor(s), 0 Inductor(s), 2 Capacitor(s), 0 Diode(s), 0 Current Source(s), 1 Voltage Source(s) 2 electrical nodes  
Transient Simulation, t0=0, tmax=0.000999975, with Trapezoidal discretization and automatic time step control.  
Solution initiale @ t=0 // Solution initiale Sources à 0 et IC\_C IC\_L  
[ok]

117 time steps computed in 0.0475142 seconds.

```
plot(sim.t,sim.X_t(2,:))
```



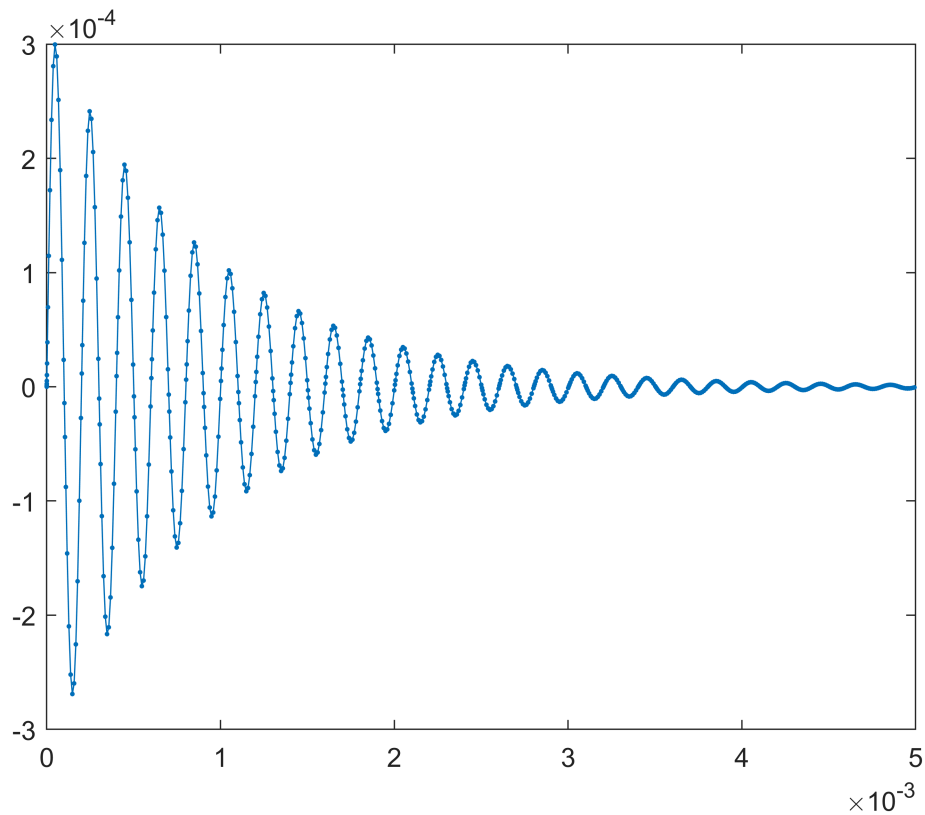
## Circuit RLC

```
clear
netlist={
    'R1 1 2 220'
    'L1 2 3 0.1 IC=0'
    'C1 3 0 10e-9 IC=0'
    'V1 1 0 1'
    '.tran tstop=5e-3 dtmax=1e-5 initTRAN=CI'
};
sim=uacs(netlist);
```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez  
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR\_NR=0.001 TolA\_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt\_max=1e-05, dt\_min=1e-09  
1 Resistor(s), 1 Inductor(s), 1 Capacitor(s), 0 Diode(s), 0 Current Source(s), 1 Voltage Source(s) 3 electrical nodes  
Transient Simulation, t0=0, tmax=0.00499987, with Trapezoidal discretization and automatic time step control.  
Solution initiale @ t=0 // Solution initiale Sources à 0 et IC\_C IC\_L  
[ok]

616 time steps computed in 0.0875752 seconds.

```
plot(sim.t,-sim.X_t(end,:),'.-')
```



### Analyse symbolique du circuit RLC

```
netlist={
    'R1 1 2 220'
    'L1 2 3 0.1'
    'C1 3 0 10e-9'
    'V1 1 0 Ve'
    '.symp'
};
sim1=uacs(netlist)
```

```
*** Analyse symbolique du Circuit ***
** fspice 2.43 ** (c) Frederic Martinez
sim1 = struct with fields:
    X: [4x1 sym]
    name: {'V(1)' 'V(2)' 'V(3)' 'I(V1)'}
```

Fonction de transfert :

```
H=sim1.X(3)/sim1.X(1)
```

H =

$$\frac{1000000000}{s^2 + 2200s + 1000000000}$$

Expression symbolique de la réponse indicielle :

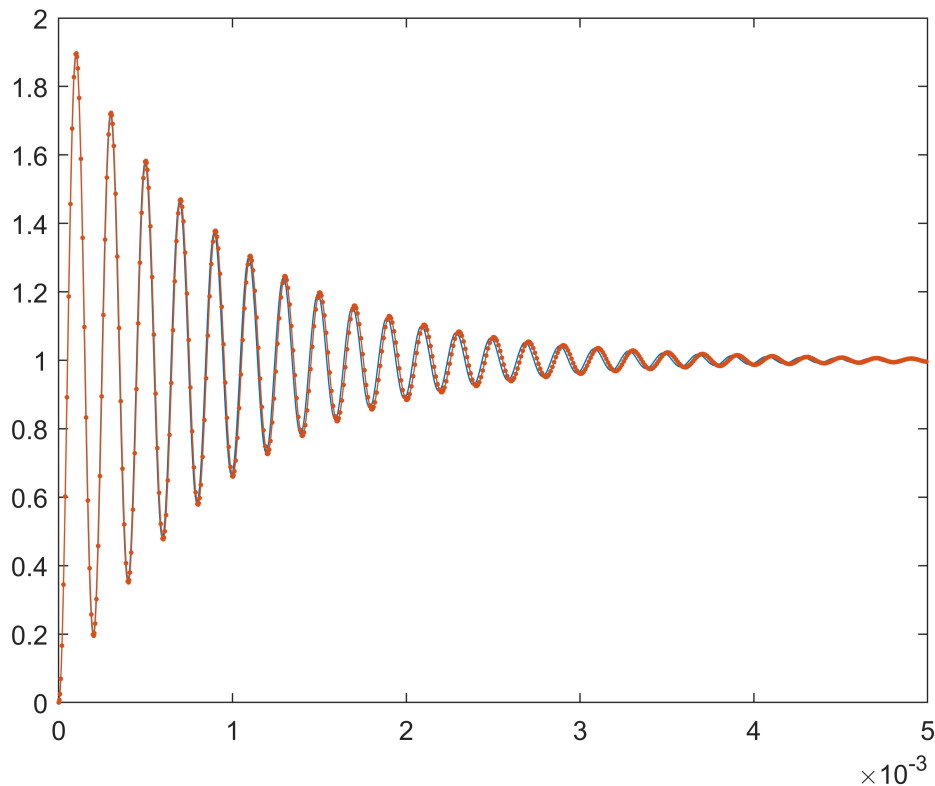
```
syms s
vs=simplify(ilaplace(H/s))
```

vs =

$$1 - e^{-1100t} \left( \cos(1300 \sqrt{591} t) + \frac{11 \sqrt{591} \sin(1300 \sqrt{591} t)}{7683} \right)$$

Superposition de la réponse calculée par l'expression symbolique et la simulation numérique :

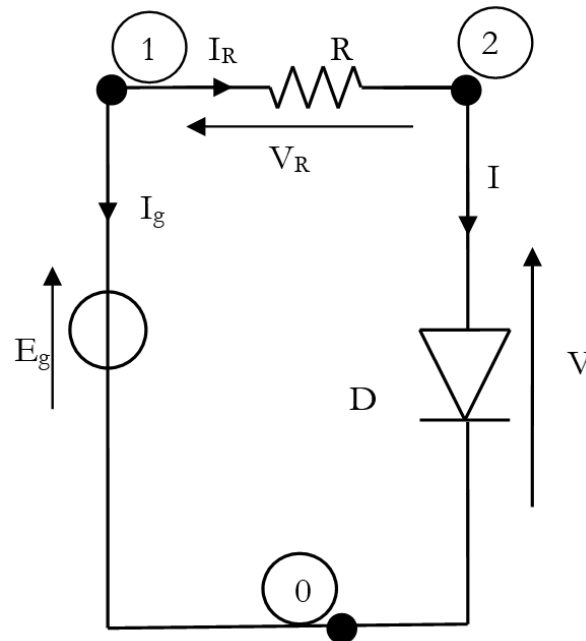
```
t=linspace(0,5e-3,1000);
plot(t,subs(vs),sim.t,sim.X_t(3,:),'.-')
```



## Circuits Non Linéaires

### Point de fonctionnement d'un circuit Resistance - Diode en série





```
netlist={
    'V1 1 0 5'      % Générateur Eg
    'R1 1 2 1e3'    % Resistance
    'D1 2 0 1N4001'
    '.model D 1N4001 (IS1=14.11e-9 n1=1.984)'
};
sim=uacs(netlist)
```

```
Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR_NR=0.001 TolA_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt_max=, dt_min=1e-09
1 Resistor(s), 0 Inductor(s), 0 Capacitor(s), 1 Diode(s), 0 Current Source(s), 1 Voltage Source(s) 2 electrical nodes
in.t and in.t_bounds not provided ... OP solver
Calcul point de Fonctionnement
[ok]
sim = struct with fields:
    X: [3x1 double]
    in: [1x1 struct]
    out_parser: [1x1 struct]
    probe_name: {}
    probe_id: []
    names: {'V(1)' 'V(2)' 'I(V1)'}
    ans = 3x1
    5.0000
    0.6483
    -0.0044
```

sim.X

```
ans = 3x1
    5.0000
    0.6483
   -0.0044
```

La tension aux bornes de la diode est 0.648 V, le courant traversant la diode est 4.35 mA.

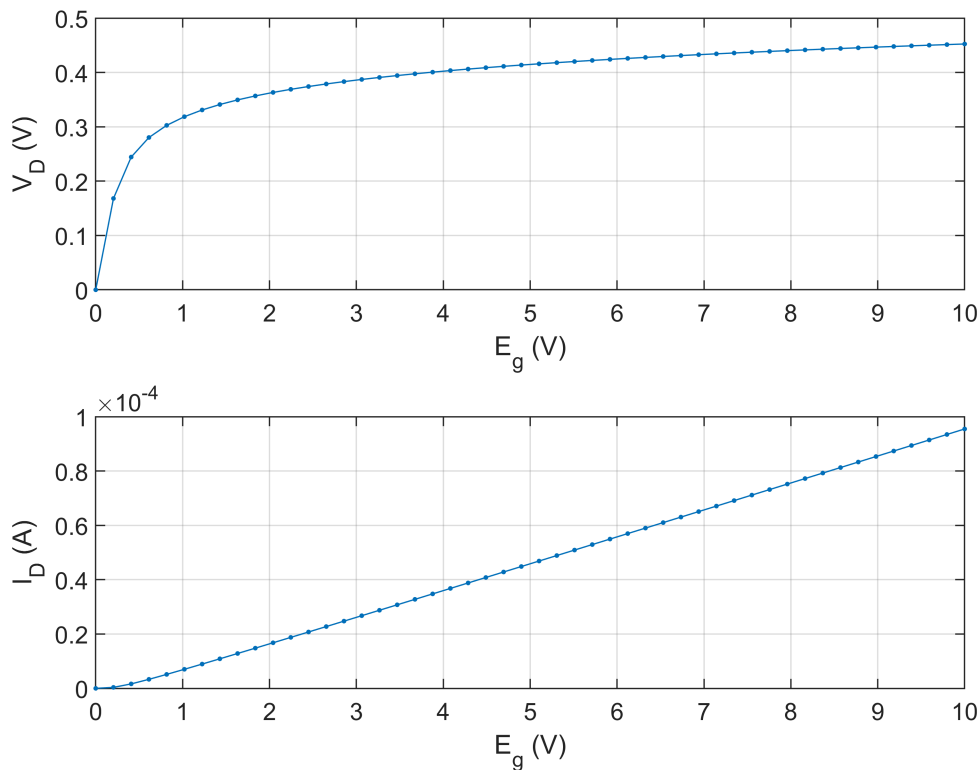
**Evolution de la tension V et courant I en fonction de la tension Eg (0 - 10 V):**

```
netlist={
    'V1 1 0 0'      % Générateur Eg
    'R1 1 2 100e3'  % Resistance
```

```

'D1 2 0 1N4001'
'.model D 1N4001 (IS1=150e-12 n1=1.5)'
'.mute'
};
V1=linspace(0,10,50);
for i=1:length(V1)
    netlist{1}=['V1 1 0 ' num2str(V1(i))]; % num2str convertit un double en string,
    % puis on concatène les chaînes de caractères
    sim=uacs(netlist);
    X=sim.X;
    VD(i)=X(2);Id(i)=-X(3);
end
subplot(2,1,1);plot(V1,VD,'.-');xlabel('E_g (V)');ylabel('V_D (V)');grid
subplot(2,1,2);plot(V1,Id,'.-');xlabel('E_g (V)');ylabel('I_D (A)');grid

```



## Amplificateur opérationnel

### Amplificateur Opérationnel : uA741 : Inverseur

```

netlist={
    %Amplificateur Opérationnel uA741
    uA741('e+', 'e-', 'out')
    %% Circuit
    'R1 e+ 0 500'
    'R2 e- out 1000'
    'R3 e- vg 1000'
    'V1 vg 0 sin(f=1000 a=1 off=0)'
}

```

```

        '.tran tstop=2e-3 dtmax=.3e-4 initTRAN=CI'
        '.probe vg out'
    };
sim=uacs(netlist)

```

```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR_NR=0.001 TolA_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt_max=3e-05, dt_min=1e-09
17 Resistor(s), 0 Inductor(s), 4 Capacitor(s), 5 Diode(s), 3 Current Source(s), 10 Voltage Source(s) 22 electrical n
Transient Simulation, t0=0, tmax=0.00199995, with Trapezoidal discretization and automatic time step control.
Solution initiale @ t=0 // Solution initiale Sources à 0 et IC_C IC_L
[ok]

```

```

343 time steps computed in 0.58506 seconds.

```

```

sim = struct with fields:
    X_t: [34x343 double]
    t: [1x343 double]
    in: [1x1 struct]
    out_parser: [1x1 struct]
    probe_name: {2x1 cell}
    probe_id: [20 9]
    names: {1x34 cell}

```

Les tensions définies par .probe sont :

```

sim.probe_name

```

```

ans = 2x1 cell
'vg'
'out'

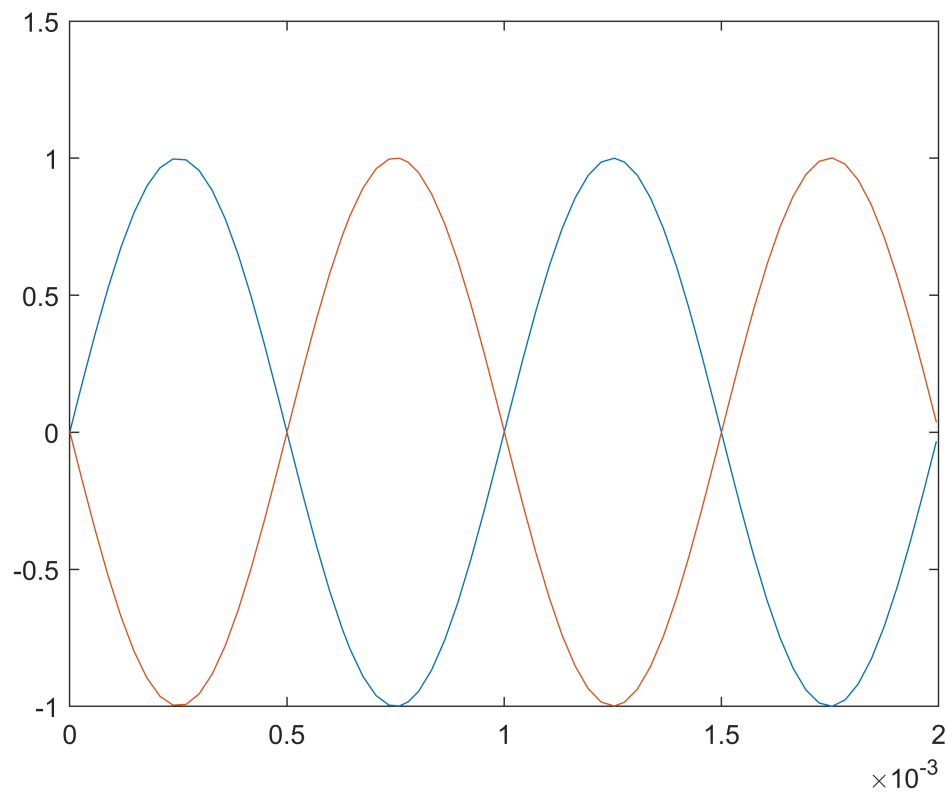
```

Si on souhaite visualiser les tensions 'vg' et 'out' :

```

figure
plot(sim.t,sim.X_t(sim.probe_id,:))

```



## Amplificateur Opérationnel : uA741 : Inverseur (Saturation)

```
netlist={
  %Amplificateur Opérationnel uA741
  uA741('e+', 'e-', 'out')
  %% Circuit
  'R1 e+ 0 500'
  'R2 e- out 1000'
  'R3 e- vg 1000'
  'V1 vg 0 sin(f=1000 a=15 off=0)'

  '.tran tstop=2e-3 dtmax=.3e-4 initTRAN=CI'
  '.probe vg out'
  'aaaa.mute'
};
sim=uacs(netlist);
```

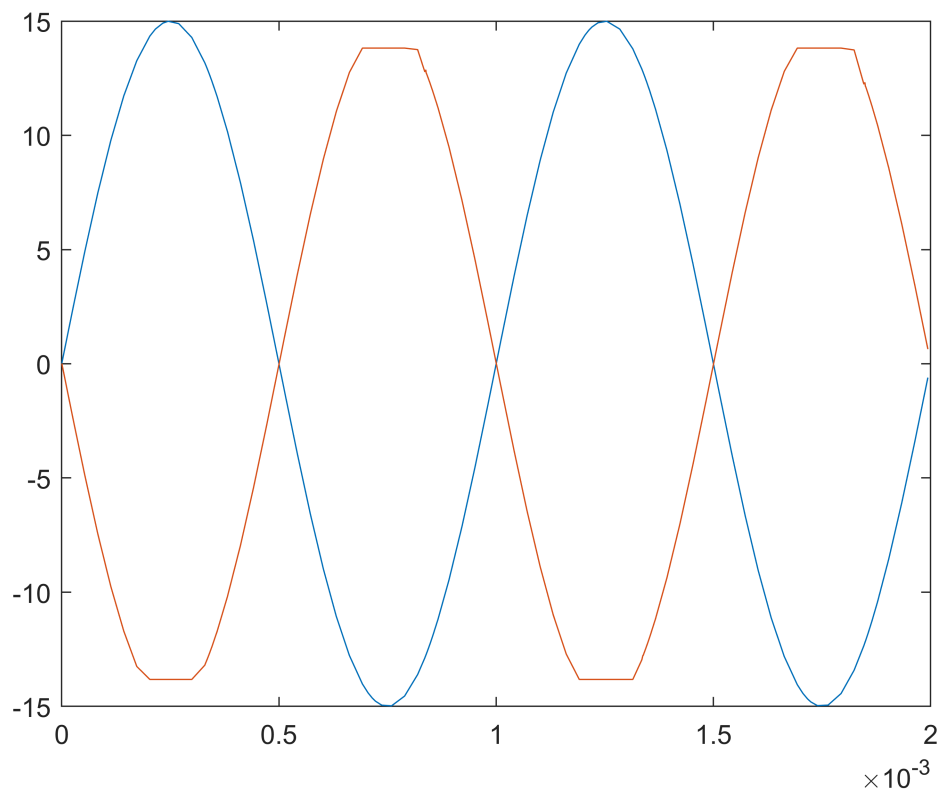
Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez

max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR\_NR=0.001 TolA\_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt\_max=3e-05, dt\_min=1e-09  
 17 Resistor(s), 0 Inductor(s), 4 Capacitor(s), 5 Diode(s), 3 Current Source(s), 10 Voltage Source(s) 22 electrical r  
 Transient Simulation, t0=0, tmax=0.00199995, with Trapezoidal discretization and automatic time step control.  
 Solution initiale @ t=0 // Solution initiale Sources à 0 et IC\_C IC\_L  
 [ok]

671 time steps computed in 3.21936 seconds.

Si on souhaite visualiser les tensions 'vg' et 'out' :

```
figure
plot(sim.t,sim.X_t(sim.probe_id,:))
```



### Amplificateur Opérationnel : uA741 : Inverseur (Slew Rate)

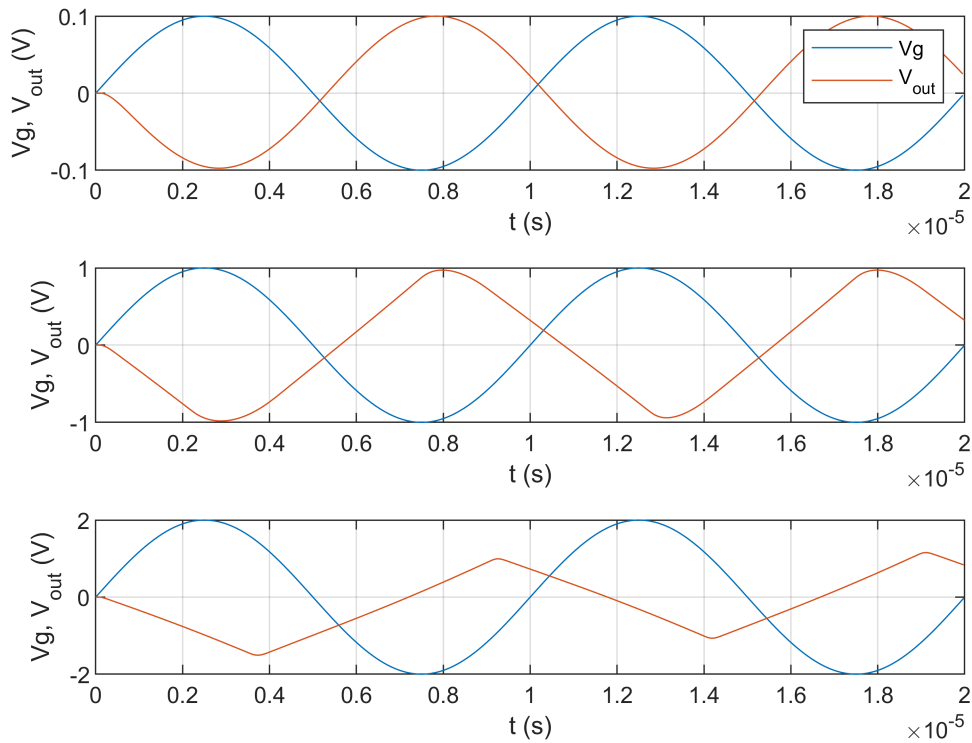
```
netlist={
    %Amplificateur Opérationnel uA741
    uA741('e+', 'e-', 'out')
    %% Circuit
    'R1 e+ 0 500'
    'R2 e- out 1000'
    'R3 e- vg 1000'
    'V1 vg 0 sin(f=100e3 a=0.1 off=0)'

    '.tran tstop=2e-5 dtmax=.1e-6 initTRAN=CI'
    '.probe vg out'
    '.mute'
};
% simulation 1 avec f=100 kHz, amplitude 0.1
sim1=uacs(netlist);
% simulation 2 avec f=100 kHz, amplitude 1
netlist{5}='V1 vg 0 sin(f=100e3 a=1 off=0)';
sim2=uacs(netlist);
% simulation 3 avec f=100 kHz, amplitude 2
netlist{5}='V1 vg 0 sin(f=100e3 a=2 off=0)';
sim3=uacs(netlist);
```

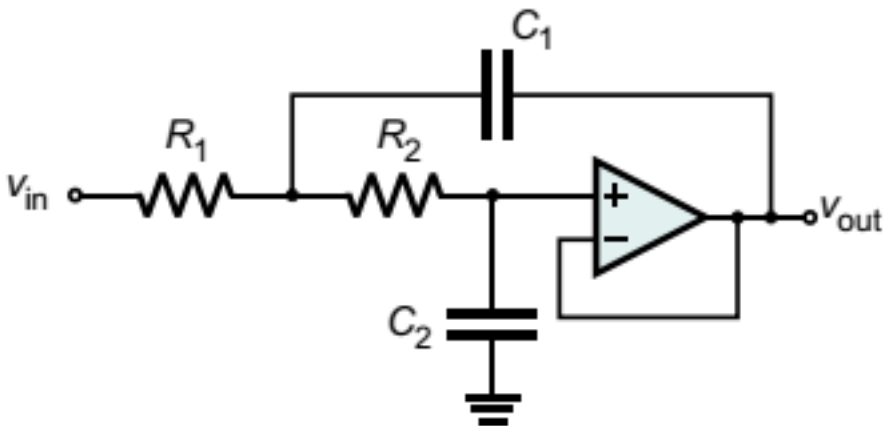
Si on souhaite visualiser les tensions 'vg' et 'out' :

figure

```
subplot(3,1,1);plot(sim1.t,sim1.X_t(sim1.probe_id,:));xlabel('t (s)');ylabel('Vg, V_{out} (V)')
subplot(3,1,2);plot(sim2.t,sim2.X_t(sim2.probe_id,:));xlabel('t (s)');ylabel('Vg, V_{out} (V)')
subplot(3,1,3);plot(sim3.t,sim3.X_t(sim3.probe_id,:));xlabel('t (s)');ylabel('Vg, V_{out} (V)')
```



## Amplificateur Opérationnel : uA741 : Filtre Passe Bas Salen-Key



```
netlist={
  %Amplificateur Opérationnel uA741
  uA741('e+', 'out', 'out')
```

```

%% Circuit
'R1 vg A 1000'
'R2 A e+ 1000'
'C1 A out 63.6e-9'
'C2 e+ 0 3.97e-9'
'V1 vg 0 sin(f=10000 a=1 off=0)'

'.tran tstop=4e-4 dtmax=1e-4 initTRAN=OP'
'.probe vg out'

};
sim=uacs(netlist);

```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez  
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR\_NR=0.001 TolA\_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt\_max=0.0001, dt\_min=1e-09  
16 Resistor(s), 0 Inductor(s), 6 Capacitor(s), 5 Diode(s), 3 Current Source(s), 10 Voltage Source(s) 22 electrical r  
Transient Simulation, t0=0, tmax=0.00039999, with Trapezoidal discretization and automatic time step control.  
Solution initiale @ t=0 // Solution initiale = OP  
[ok]

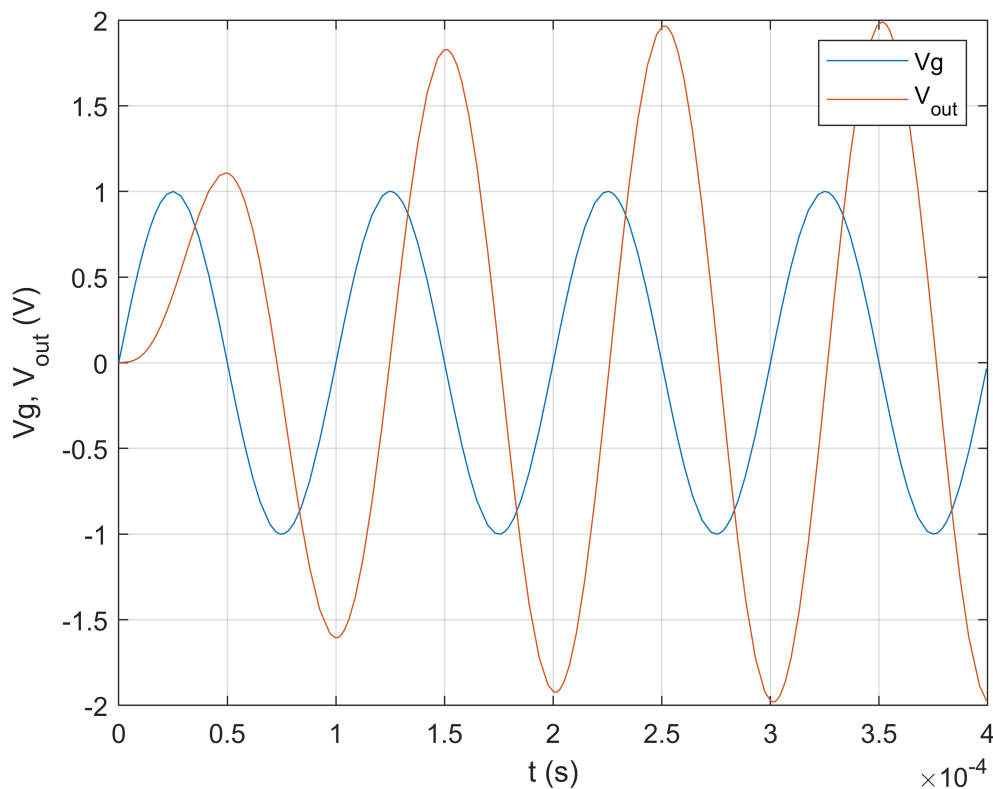
360 time steps computed in 0.924665 seconds.

Si on souhaite visualiser les tensions 'vg' et 'out' :

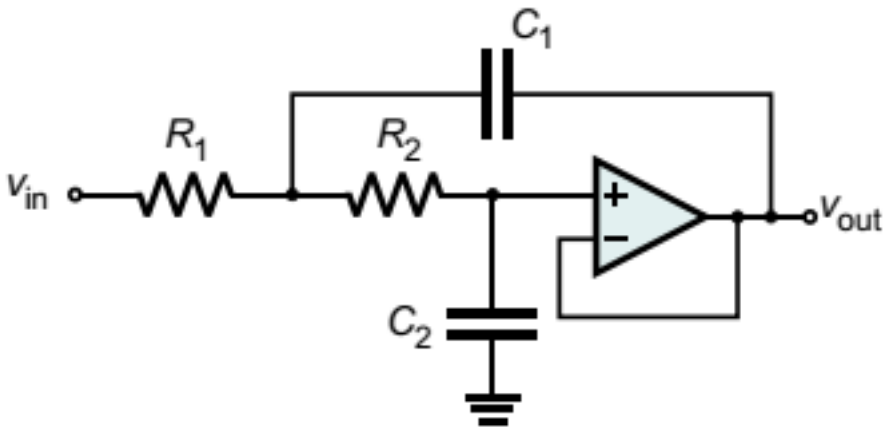
```

figure
plot(sim.t,sim.X_t(sim.probe_id,:));xlabel('t (s)');ylabel('Vg, V_{out} (V)');legend('Vg','V_{out}')

```



**Amplificateur Opérationnel : uA741 : Filtre Passe Bas Salen-Key, réponse à un échelon**



```
netlist={
    %Amplificateur Opérationnel uA741
    uA741('e+', 'out', 'out')
    %% Circuit
    'R1 vg A 1000'
    'R2 A e+ 1000'
    'C1 A out 63.6e-9'
    'C2 e+ 0 3.97e-9'

    'V1 vg 0 1'

    '.tran tstop=4e-4 dtmax=1e-4 initTRAN=CI'
    '.probe vg out'

};
sim=uacs(netlist);
```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez

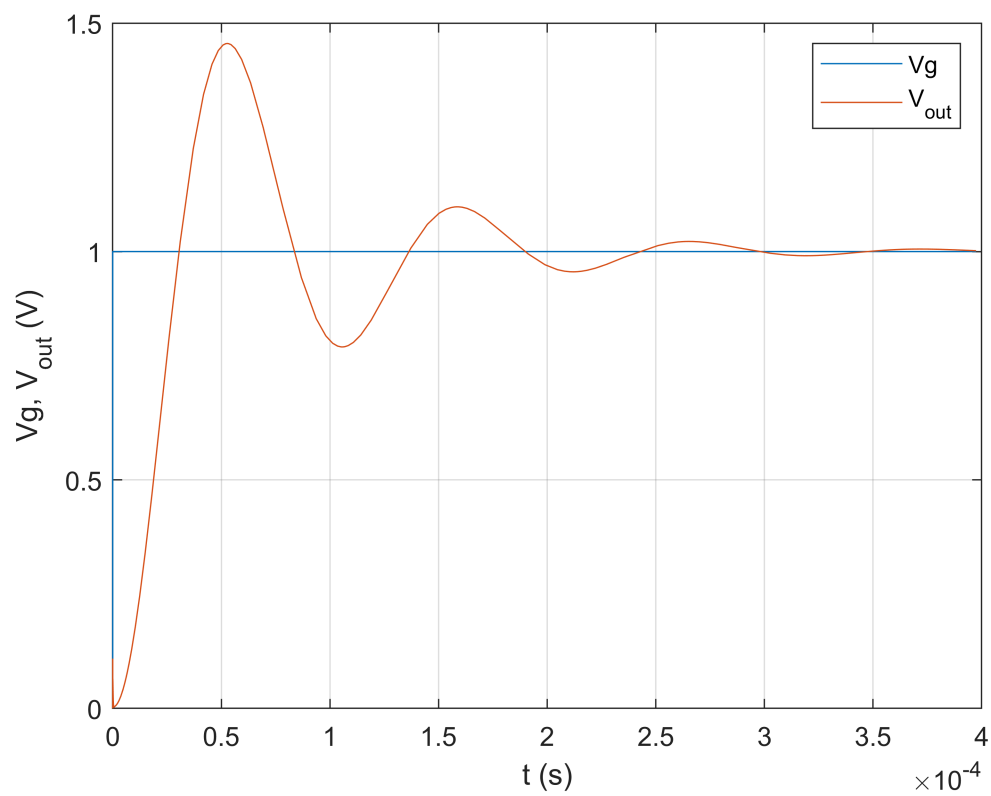
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR\_NR=0.001 TolA\_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt\_max=0.0001, dt\_min=1e-09  
 16 Resistor(s), 0 Inductor(s), 6 Capacitor(s), 5 Diode(s), 3 Current Source(s), 10 Voltage Source(s) 22 electrical n  
 Transient Simulation, t0=0, tmax=0.00039999, with Trapezoidal discretization and automatic time step control.  
 Solution initiale @ t=0 // Solution initiale Sources à 0 et IC\_C IC\_L  
 [ok]

514 time steps computed in 1.86604 seconds.

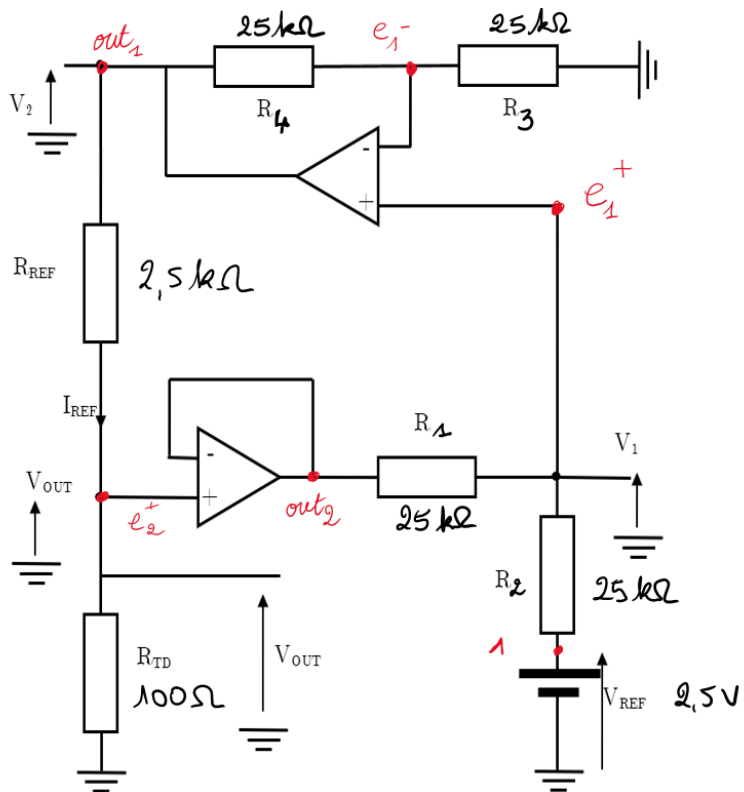
Si on souhaite visualiser les tensions 'vg' et 'out' :

```
figure
plot(sim.t,sim.X_t(sim.probe_id,:));xlabel('t (s)');ylabel('Vg, V_{out} (V)');legend('Vg','V_{out}')
```





### Source de courant pour PT100



netlist={

```

%Amplificateur Opérationnel uA741 1
uA741('e1+', 'e1-', 'out1')
%Amplificateur Opérationnel uA741 2
uA741('e2+', 'out2', 'out2')
%% Circuit R1 R2 R3 Rref Vref
'R1 out2 e1+ 25e3'
'R2 e1+ 1 25e3'
'R3 e1- 0 25e3'
'R4 e1- out1 25e3'
'Vvref 1 0 2.5'
'Rref out1 e2+ 2.5e3'
% Resistance Thermal detector (RTD) PT100
'Rrtd e2+ 0 100'
'.OP'      % Simulation statique du point de fonctionnement DC
'.probe e2+'

};
sim=uacs(netlist)

```

```

Analog Circuit Simulator v1 (c)Frederic Martinez
max time steps =200000 TolR=0.001 TolA=1e-12 TolR_NR=0.001 TolA_NR=1e-12 maxIterNR=5000 dt_max=, dt_min=1e-09
34 Resistor(s), 0 Inductor(s), 8 Capacitor(s), 10 Diode(s), 6 Current Source(s), 19 Voltage Source(s) 42 electrical
in.t and in.t_bounds not provided ... OP solver
Calcul point de Fonctionnement
[ok]
sim = struct with fields:
    X: [65x1 double]
    in: [1x1 struct]
    out_parser: [1x1 struct]
    probe_name: {'e2+'}
    probe_id: 12
    names: {1x65 cell}

```

```
fprintf('Tension Vout = %g Volts \n',sim.X(sim.probe_id))
```

```
Tension Vout = 0.100073 Volts
```

Avec des amplificateurs opérationnels idéaux, on obtient que  $I_{ref}=1$  mA. La tension  $V_{out}$  divisée par 1mA donne la valeur de la résistance de la RTD, et donc de la température avec  $R_{rtd}=100(1+0.00385 T)$ . Le modèle de l'AOP UA741 dans uacs prend en compte la tension d'offset et les courants d'entrée (courants de polarisation), ceci introduit un écart sur le courant  $I_{ref}$  traversant la RTD.

```
Ttheo=0;Rtheo=100*(1+.00385*Ttheo)
```

```
Rtheo = 100
```

```

Rmes=sim.X(sim.probe_id)/1e-3;
fprintf('Résistance mesurée : %g ohms, erreur relative %2.3f %% par rapport à la valeur théorique

```

```
Résistance mesurée : 100.073 ohms, erreur relative 0.073 % par rapport à la valeur théorique 100 ohms
```

```

Tmes=(Rmes/100-1)/0.00385;
fprintf('Temperature mesurée %g °C , valeur théorique %g °C\n',Tmes,Ttheo)

```

```
Temperature mesurée 0.190503 °C , valeur théorique 0 °C
```