



تصميم الدارات الإلكترونية بالحاسوب



Computer Design of Electronic Circuits



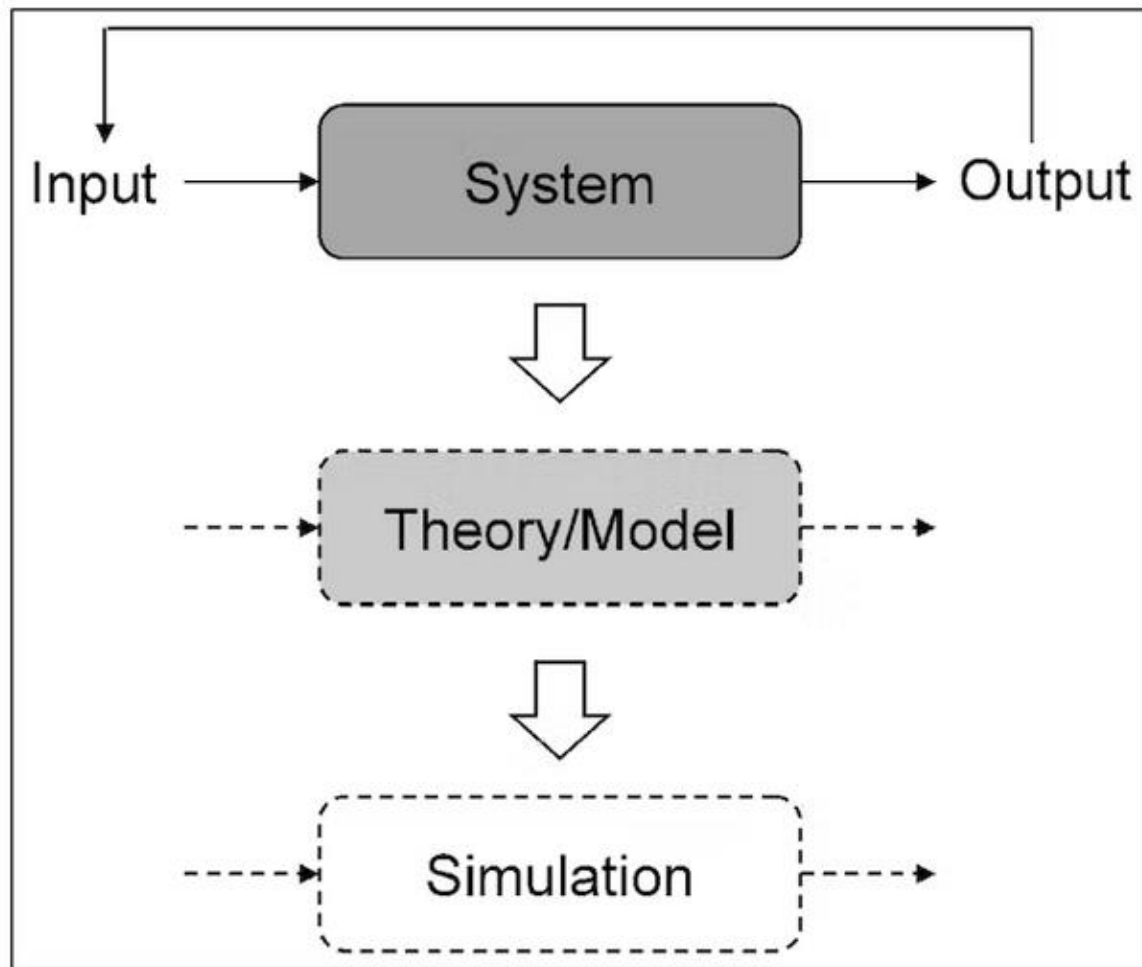
المحاضرة الثامنة

السنة الرابعة قسم التحكم والأتمتة
العام الدراسي 2024-2023

محتويات المقرر

1. مدخل إلى أهمية تطوير أدوات التصميم باستخدام الحاسب (Introduction to The Need of Developing CAD Tools)
2. تصنيف عام لأنواع أدوات التصميم (General Classification of CAD Tools Used in Electronic Systems Design)
3. مدخل إلى اللغات المستخدمة في التصميم (Introduction to Design Languages VHDL, Verilog, Verilog System, ..)
4. مدخل إلى مراحل بناء النظم الرقمية (Introduction to Digital Systems Synthesis)
5. مرحلة البناء منخفض المستوى (Low Level Synthesis)
6. تصميم الدارات المتكاملة للنظم عالية التكامل (Layout Design for VLSI Systems)
7. تطبيقات تصميمية (Design Applications)
8. اتجاهات التطور الحديثة (Trends and New Directions)





Relationship between a System, a Theory/Model, and a Simulation

المحاكاة (Simulation):

- هي الطريقة التي نستطيع من خلالها فحص دقة النموذج الذي تمّ بناؤه وذلك عن طريق مقارنة النتائج التي يعطيها هذا النموذج مع النتائج العملية (القيم المرجعية) للنظام الممثل بهذا النموذج. فإذا كانت دقة نتائج المقارنة مقبولة فالنموذج مناسب وإلا يجب بناء نموذج آخر.
- إنّ هدف المصممين باستخدام الحاسوب هو تحقيق أداء جيد للنظام عن طريق التأكد من عمل النظام من خلال محاكاته عن طريق البرامج أخذين بالحسبان شروط عمل النظام.
- وهذا يعني توافر نظام لدينا مطابق لنموذجه الافتراضي (Virtual Prototype) في مرحلة التصميم قبل الشروع في تصنيعه وبالتالي تحقيق كلفة أقل في التصنيع (لأنّ تفادي أخطاء التصنيع يتم عن طريق الحاسوب أو التعديل في النموذج الافتراضي ولا يتم في إعادة التصنيع). لذا تعدّ النمذجة والمحاكاة معاً مرحلة أساسية للتصميم باستخدام الحاسب.

أهمية المحاكاة:

- تستخدم المحاكاة كأداة لفهم الأنظمة بشكل أفضل وتحسين أداء وموثوقية هذه الأنظمة.
- توفر أدوات برمجية لتشكيل وتحليل الأنظمة الحقيقية من قبل غير الاختصاصيين.
- إنّ المحاكاة في محور التصميم مرحلة هامة وضرورية كي يتم تلافي الأخطاء وإصلاحها قبل التصنيع.

أنواع التحليل في محاكاة النماذج:

☐ تحليل نقطة العمل Bias Point

يعطي هذا التحليل القيم المستمرة للتيارات في جميع الفروع وللجهود في جميع العقد (نقطة العمل) في الدارة.

☐ التحليل المستمر DC Sweep:

يقوم هذا التحليل من المسح بحساب نقطة الانحياز للدارة ضمن مجال من القيم لمتحول المسح Sweep Variable.

☐ التحليل الزمني Transient Analysis(Time domain)

يقوم هذا النوع بإنجاز التحليل العابر للدارة أي يوصف سلوك الدارة خلال فترة زمنية يتم تحديدها وفق رغبة المستخدم.

أنواع التحليل في محاكاة النماذج:

☐ التحليل الترددي AC Analysis

يسمح لنا هذا التحليل دراسة الاستجابة الترددية ضمن مجال محدد لها.

☐ التحليل البارامتري Parametric Analysis

نجري هنا تحليلاً مسحياً لمتحول خطوي Sweep Variable من أجل جميع أنواع التحليلات: AC, DC, Transient. وهو مشابه تماماً للتحليل المسحي في التحليل DC المسحي وتنطبق عليه الأنواع نفسها من المسح وتعريف متحولات المسح لكن هنا ينطبق التحليل بشكل عام مع التحليلات الأخرى وليس مقصوراً فحسب على التحليل DC Sweep.

أنواع التحليل في محاكاة النماذج:

تحليل فورييه Fourier Analysis

ويقوم هذا التحليل بتبسيط نتائج التحليل الزمني إلى مكونات فورييه حيث يتم تحليل التوافقيات

التحليل المويجي Wavelet

التحليل الاحصائي (مونتكارلو) Monte-Carlo Analysis/Worst Case

ويقوم هذا التحليل بالدراسة الإحصائية لتغيرات الخرج (أي إعطاء القيمة المتوسطة والانحراف المعياري) وذلك عند خضوع عناصر الدارة لتغير عشوائي وفق التوزيع الطبيعي (غوص) Gaussian distribution أو وفق التوزيع المتساوي الاحتمال Uniform distribution ويجب هنا تحديد قيمة الانحراف المعياري والقيمة المتوسطة لكل عنصر

أنواع التحليل في محاكاة النماذج:

☐ تحليل درجة الحرارة Temperature

ويتم هنا مسح قيمة درجة الحرارة ضمن مجال المسح. وننوه بالذكر هنا أن مكونات الدارة لها بارامترات تتعلق بتغيرات درجة الحرارة.

☐ تحليل الحساسية Sensitivity Analysis:

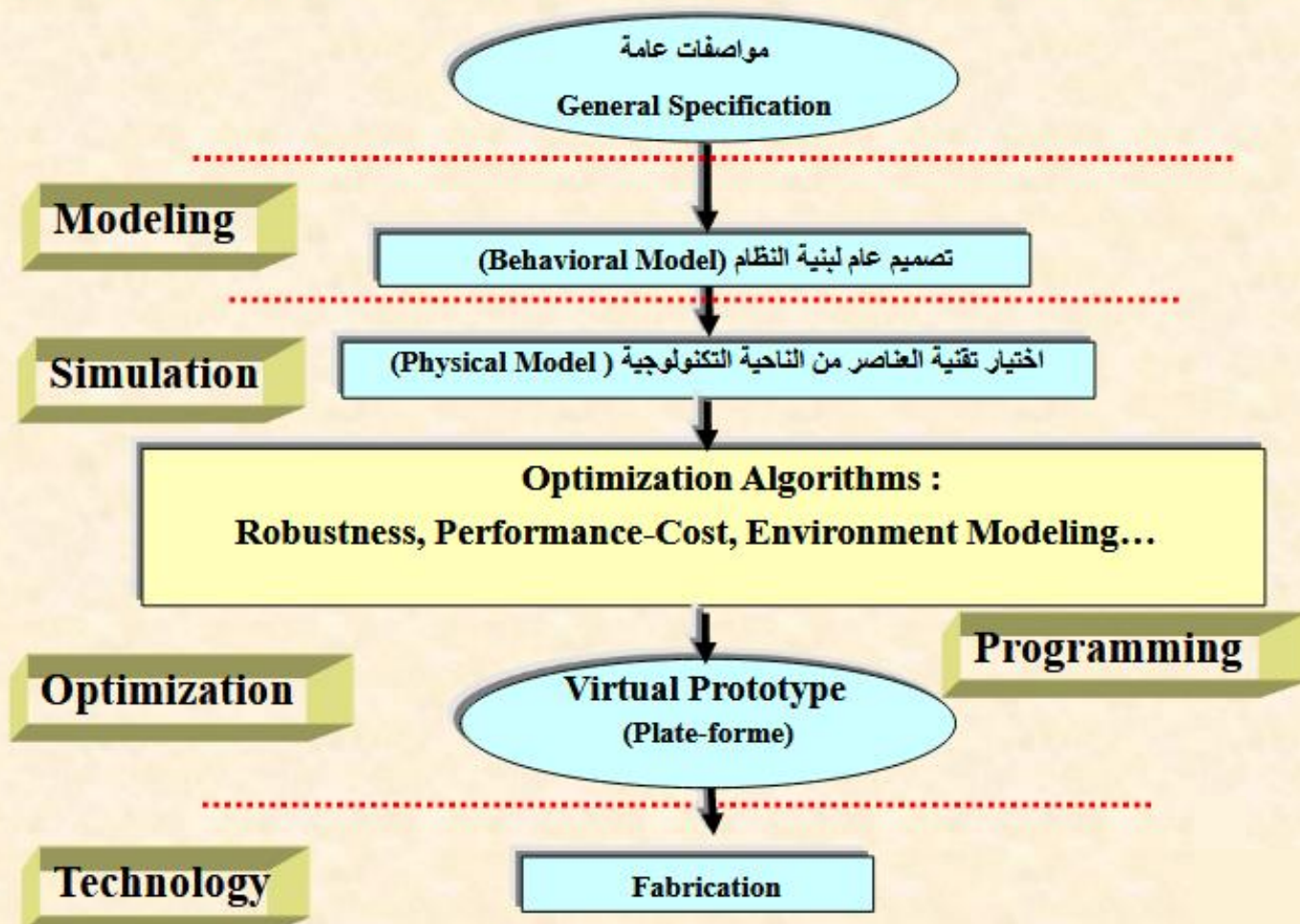
يتم هنا دراسة حساسية متحولات الخرج نتيجة تغيرات في حساسية عناصر الدارة

☐ تحليل الضجيج Noise Analysis:

☐ تحليل تابع النقل Transfer Function:

☐ البيئة البرمجية للنمذجة والمحاكاة: MATLAB, PSPICE, VHDL, Proteus, ...

Python, Verilog



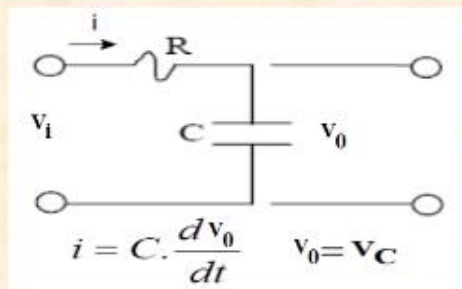


□ بناء النماذج باستخدام خوارزمية بناء الكتل (White Box (Building Block Approach)

مراحل نمذجة ومحاكاة النظم الهندسية :

1. التعرف على مبدأ عمل النظام (وتقسيمه إلى كتل رئيسية في الأنظمة المعقدة).
2. تحديد عناصر النظام (إشارات الدخل والخرج).
3. نمذجة النظام باستخدام المعادلات الرياضية.
4. تمثيل المعادلات الرياضية (توابع انتقال, كتل صندوقية, مخططات أو برامج) وفق ضمن بيئة المحاكاة.
5. إجراء عملية المحاكاة.
6. التأكد من صحة النتائج.

نمذجة دائرة كهربائية



المطلوب

استنتاج النموذج الرياضي لجهد المكثف $v_C(t)$

تمثيل النموذج الرياضي بالمخطط الصندوقي

استنتاج تابع الانتقال

حل هذه المعادلة التفاضلية الممثلة للدائرة

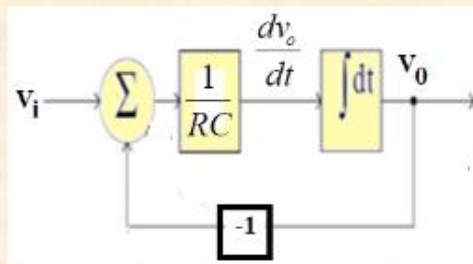
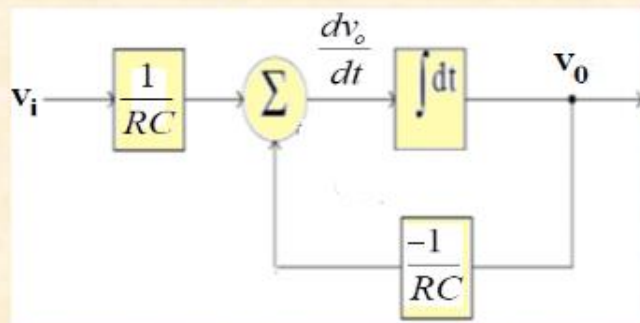
علماً بأن القيم الابتدائية تساوي الصفر

$$iR + v_o = v_i \Rightarrow RC \frac{dv_o}{dt} + v_o = v_i$$

$$RCSV_0(S) + V_0(S) = V_i(S)$$

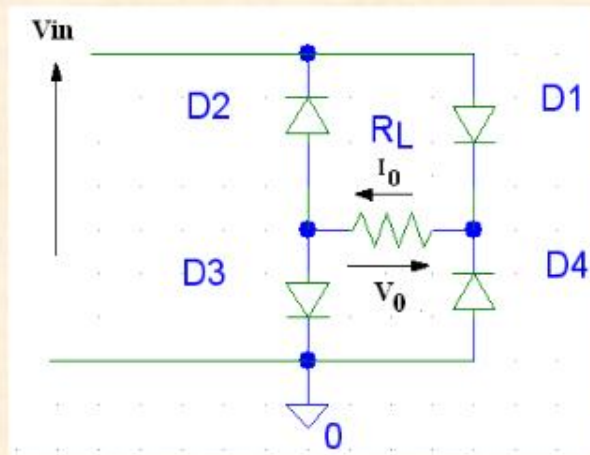
$$V_0(S)[RCS + 1] = V_i(S) \Rightarrow H(S) = \frac{V_0(S)}{V_i(S)} = \frac{1}{RCS + 1}$$

$$RC \frac{dv_o}{dt} + v_o = v_i \Rightarrow \frac{dv_o}{dt} = \frac{1}{RC} (v_i - v_o)$$



MATLAB تطبيقات في نمذجة ومحاكاة الدارات الالكترونية ضمن

تطبيق نمذجة مقوم موجة كاملة (جسري):



$$\text{If } V_{in} > 2V_K \Rightarrow V_0 = V_{in} - 2V_K$$

$$\text{If } V_{in} < -2V_K \Rightarrow V_0 = -V_{in} - 2V_K$$

$$\text{If } -2V_K \leq V_{in} \leq 2V_K \Rightarrow V_0 = 0$$

$$I_0 = \frac{V_0}{R_L}$$

function [vo,Io]=rect(vin,vk,RL)

if vi>2*vk

vo=vi-2*vk;

elseif vi<-2*vk

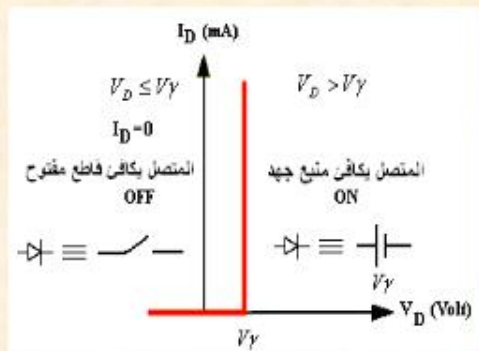
vo=-(vi+2*vk);

else

vo=0;

end

Io=vo/RL;

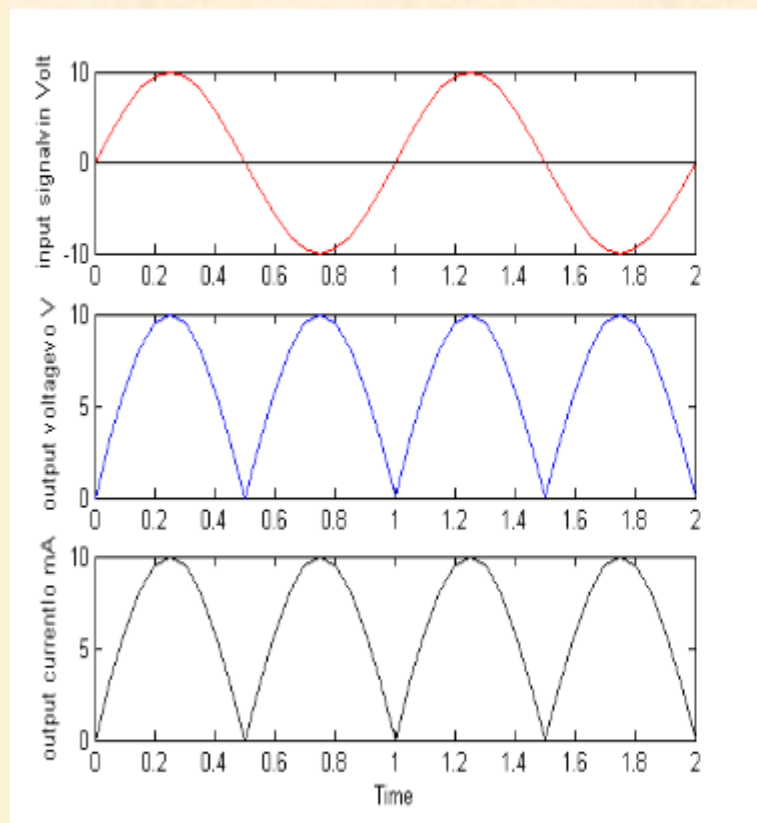


محاكاة مقوم الموجة الكاملة (جسري): $V_{in} = 10\sin(2\pi t)$

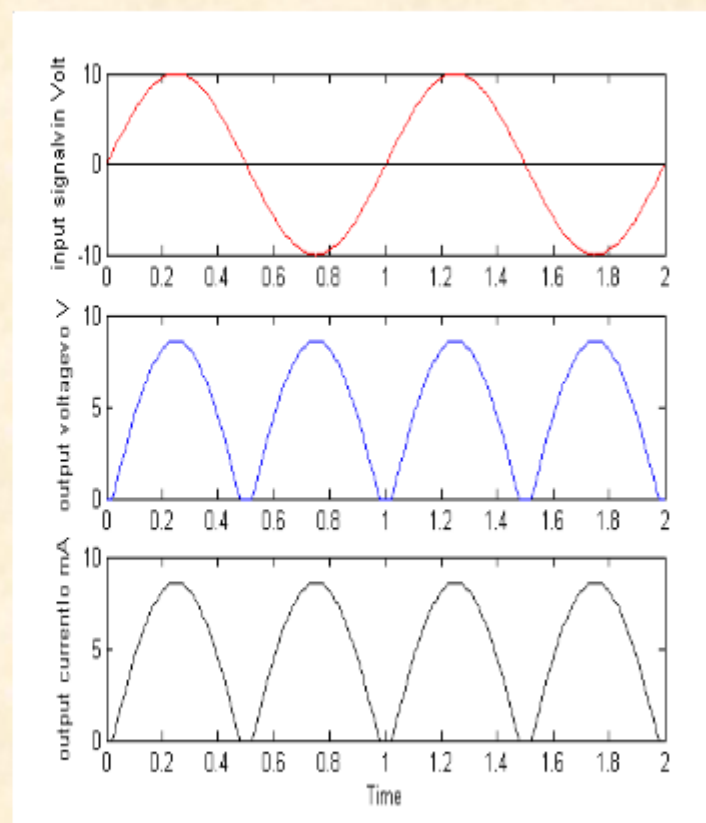
```
%Defining the input signal
t=0:0.05:2;
vin=10*sin(2*pi*t);
%the initial values of inputs
voltage=[];
current=[];
%the diodes are ideal
vk=0;
RL=1;
%Calculation of the output
signals
for i=1:length(vin)
[vo,Io]=rect(vin(i),vk,RL);
voltage=[voltage vo];
current=[current Io];
end,
```

```
%Plot of signals
subplot(311)
%Plot of the input signal
plot(t,vin,'r',t,zeros(1,length(t)),
'k')
%comment
ylabel('input signalvin Volt')
subplot(312)
%plot of output voltage
plot(t,voltage)
%comment
ylabel('output voltagevo V')
subplot(313)
%plot of output current
plot(t,current,'k')
%comment
ylabel('output currentIo mA')
%comment
xlabel('Time')
```

أشكال الإشارات لنموذج دائرة المقوم الجسري

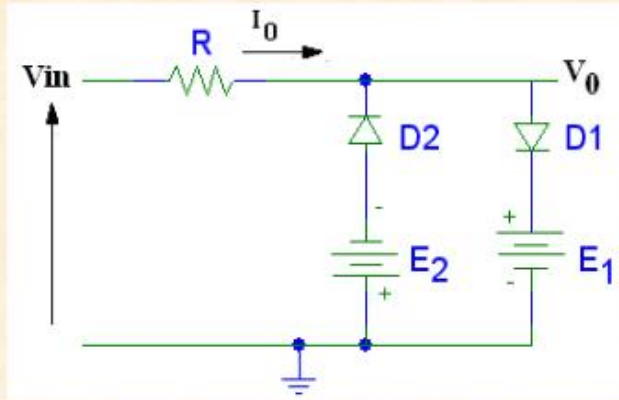


الثنائيات مثالية



$V_K = 0.7V$

□ تطبيق: نمذجة دائرة قص



$$\text{If } V_{in} > E_1 + V_K \Rightarrow V_0 = E_1 + V_K$$

$$\text{If } V_{in} < -(E_2 + V_K) \Rightarrow V_0 = -(E_2 + V_K)$$

$$\text{If } -(E_2 + V_K) \leq V_{in} \leq (E_1 + V_K) \Rightarrow V_0 = V_{in}$$

$$I_0 = \frac{V_{in} - V_0}{R}$$

```
function [vo,Io]=clipper(vin,vk,R,E1,E2)
```

```
if vin>(E1+vk)
```

```
    vo=E1+vk;
```

```
elseif vin<-(E2+vk)
```

```
    vo=-(E2+vk);
```

```
else
```

```
    vo=vin;
```

```
end
```

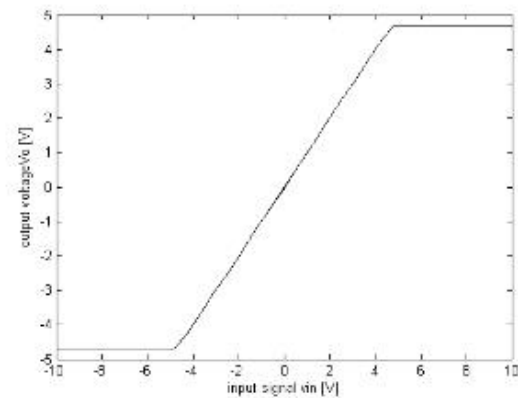
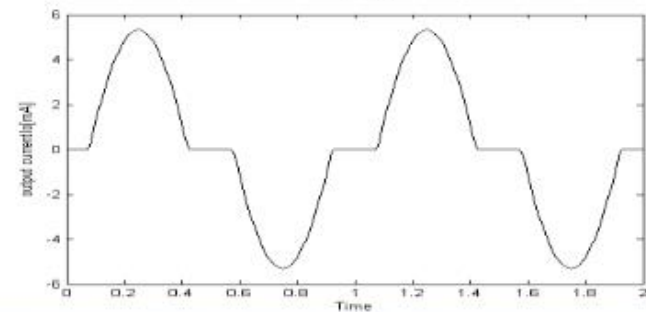
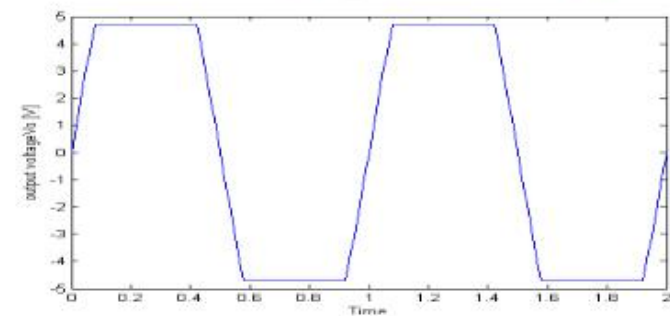
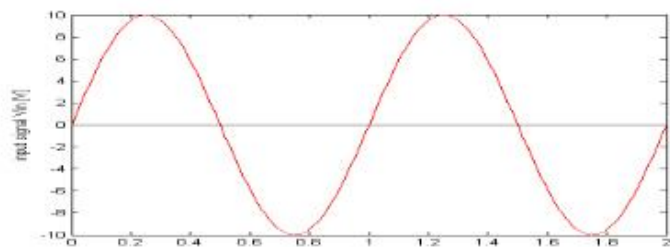
```
Io=(vin-vo)/R;
```

تحليل دائرة القص بتطبيق إشارة جيبية كدخل $V_{in} = 10\sin(2\pi t)$ □

```
%Defining the input signal
t=0:0.01:2;
vin=10*sin(2*pi*t);
%the initial values of inputs
voltage=[];
current=[];
%the diodes are ideal
vk=0.7;
R=1;
E1=4;
E2=4;
%Calculation of the output signals
for i=1:length(vin)
[vo,Io]=clipper(vin(i),vk,R,E1,E2);
voltage=[voltage vo];
current=[current Io];
end,
```

```
figure(1)
%Plot of the input signal
plot(t,vin,'r',t,zeros(1,length(t)),'k')
ylabel('input signal Vin [V]')
xlabel('Time')
figure(2)
%plot of output voltage
plot(t,voltage)
ylabel('output voltageVo [V]')
xlabel('Time')
figure(3)
%plot of output current
plot(t,current,'k')
ylabel('output currentIo[mA]')
xlabel('Time')
figure(4)
%plot of transfer characteristic
plot(vin,voltage,'k')
ylabel('output voltageVo [V]')
xlabel('input signal vin [V]')
```

نتائج المحاكاة لتطبيق إشارة جيبية على دائرة القص





□ النمذجة باستخدام خوارزمية الصندوق الأسود **Black Box Approach**

نلجأ هنا إلى هذه الطريقة عندما لا نعرف بنية النظام وتبدو البنية لنا كصندوق أسود ومن خلال قاعدة معطيات مبنية بين مداخل النظام ومخارجه يتم بناء توصيفي للنظام.

➤ النمذجة الخطية **Linear Modeling**

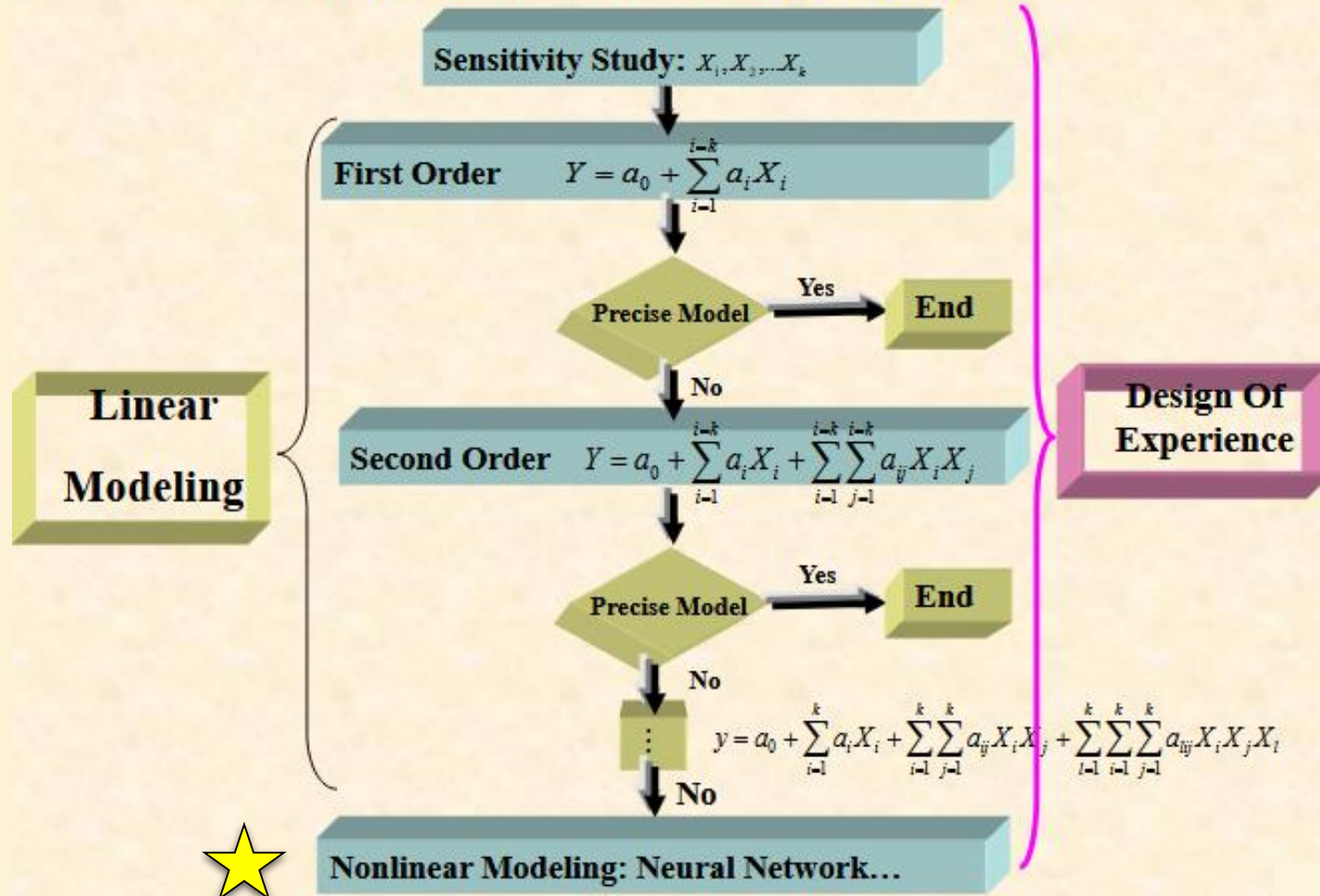
هي إيجاد علاقة رياضية توصف النظام المدروس (الظاهرة الفيزيائية) بشكل دقيق تربط بين مداخل النظام وأداء النظام (مخارج النظام) باستخدام كثيرات الحدود **Polynomial**. ونلجأ هنا لإيجاد ثوابت كثيرات الحدود على طريقة المربعات الصغرى:

طريقة المربعات الصغرى **Least Mean Square**

➤ النمذجة غير الخطية **Nonlinear Modeling**

نلجأ هنا على إيجاد علاقة غير خطية حيث نستخدم طرق الذكاء الصناعي ومنها الشبكات العصبونية
Neural Network...

Block Diagram of Modeling (Black Box)



دراسة الحساسية

□ الحصول على العناصر الأكثر تأثيرا على أداء النظام وذلك لعاملين أساسيين:

✓ تخفيض زمن بناء التصميم (معالجة البيانات).

✓ توفير كلفة تصنيع النظام.

□ تتم دراسة الحساسية بطريقتين:

✓ باستخدام برنامج المحاكاة اذا كان دارات النموذج متوفرة في بيئة البرنامج.

✓ باستخدام تقنيات الدراسة الاحصائية (تحليل التشتت Analysis of Variance) وذلك بالاعتماد على قاعدة معطيات (DEO) من نوع دراسة الحساسية وذلك في حال اعتبار النموذج Black Box.

REFERENCES:

- **Dr. Mohamad Al Mohamad - Modeling & Simulation - Master Lectures.**



الأسئلة والمناقشة

