

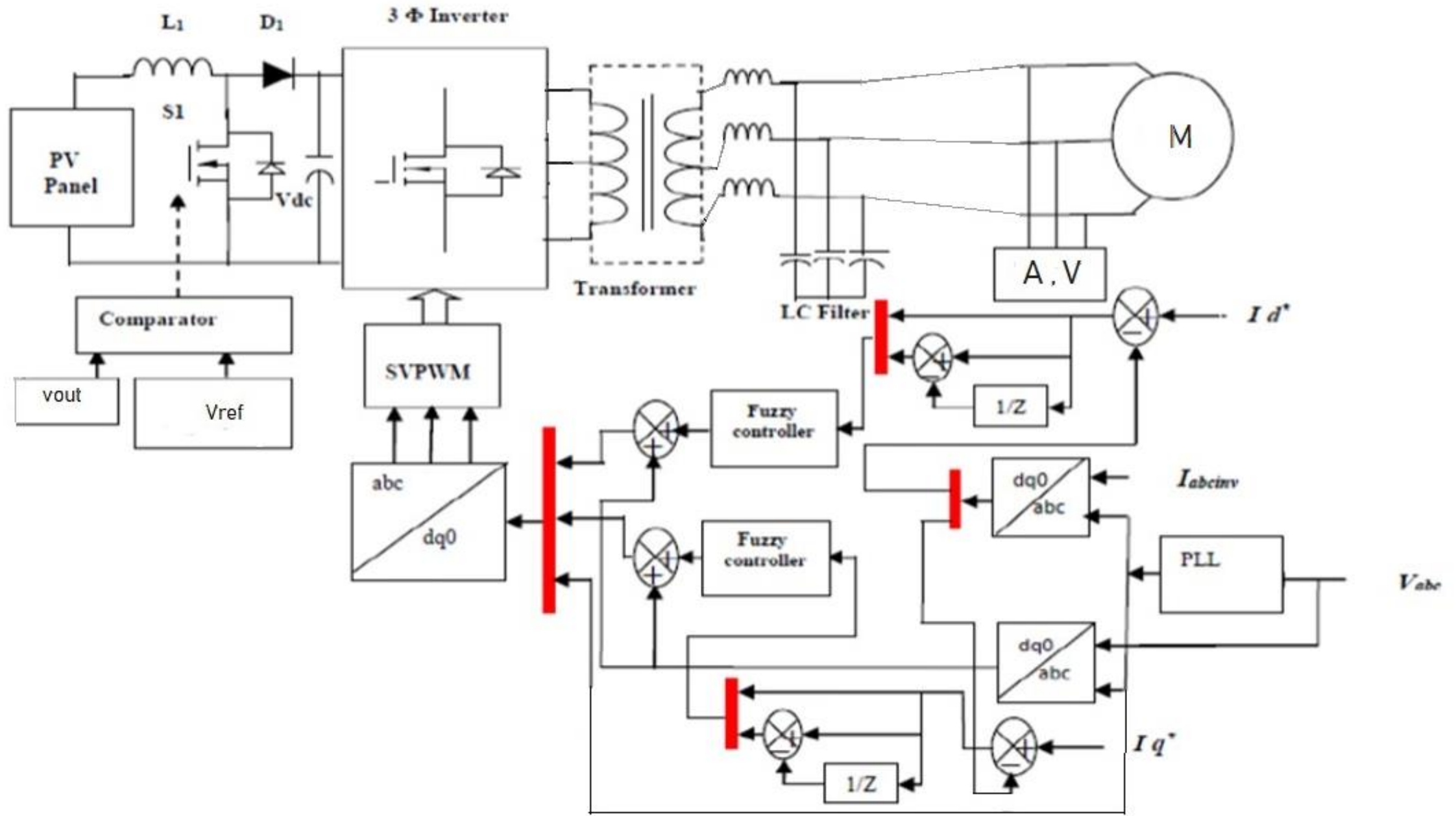
# A Fuzzy Logic Based Three phase Inverter with Single DC Source for Grid Connected PV System

التحكم بـقالبـة ثلاثية الطور بالاعتماد على المنطق الضبابي , مع منبع تغذية dc  
وحيـد ( شبكة خلايا ضوئية PV )

بإشراف:  
الدكتور المهندس زياد نعمان

إعداد :  
يزن معلا

# المخطط العام للدارة



# اللوحة الشمسية PV Panel :

- وهو يمثل منبع الجهد المستمر للقالبة ثلاثية الأطوار .
- يحول الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية .
- مصنوع من مواد نصف ناقلة تتم إثارة الكتروناتها عبر طاقة الاشعاع الشمسي .
- يعطى الجهد الكهربائي الناتج عن خلية واحدة بالعلاقة :

$$U = U_d \cdot \ln \left( \frac{I_{ph} - I}{I_0} \right) - I \cdot R_s$$

$$U = \frac{K \cdot T}{q} \cdot \ln \left( \frac{C_o \cdot G - I}{I_0} \right) - I \cdot R_s$$

حيث أن:

$C_o$  \_ ثابت التيار الكهروضوئي

$G$  \_ شدة الإشعاع الضوئي [ $W/m^2$ ]

$I_0$  \_ تيار الأشباع العكسي للخلية

$q$  \_ شحنة الالكترون [ $1.6 \times 10^{-19} C$ ]

$R_s$  \_ المقاومة الداخلية للخلية

$K$  \_ ثابت بولتزمان

$T_c$  \_ درجة الحرارة المئوية

$U$  \_ جهد خرج الخلية الواحدة

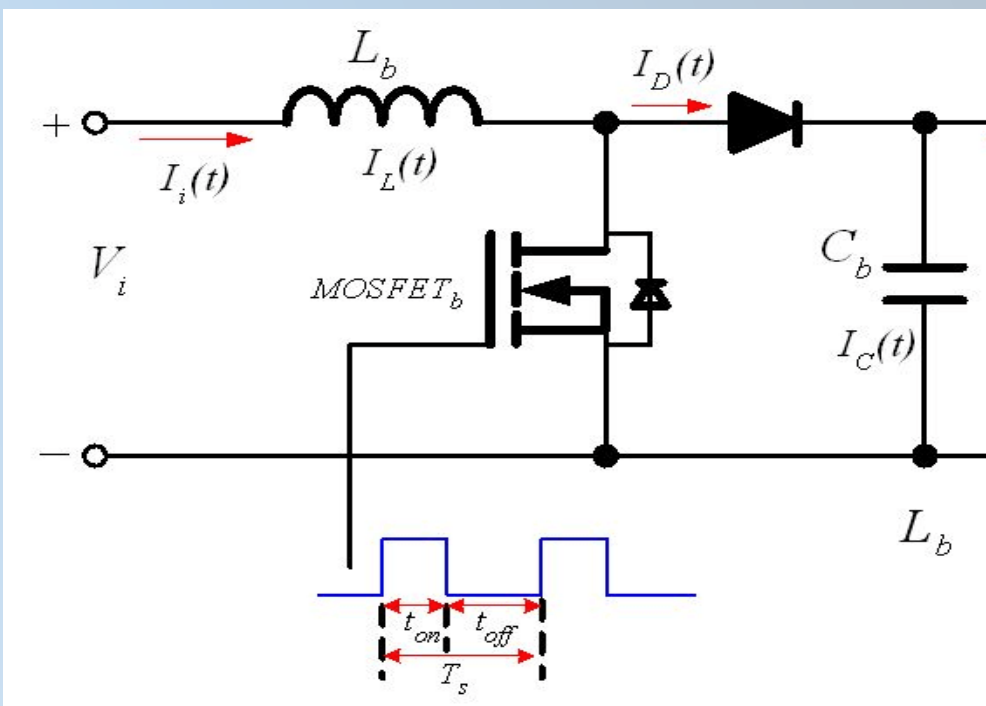
واللوح الشمسي مكون من شبكة خلايا ضوئية توصل مع بعضها البعض على التسلسل لزيادة الجهد المقدم .  
يعطى جهد خرج اللوح الشمسي بالعلاقة:

$$U_{PV}=N.U$$

$U_{PV}$  \_ جهد الخرج الكلي للوح  
 $N$  \_ عدد الخلايا الضوئية في اللوح  
 $U$  \_ الجهد الناتج من كل خلية

## المقطع الرافع للجهد : Boost Converter :

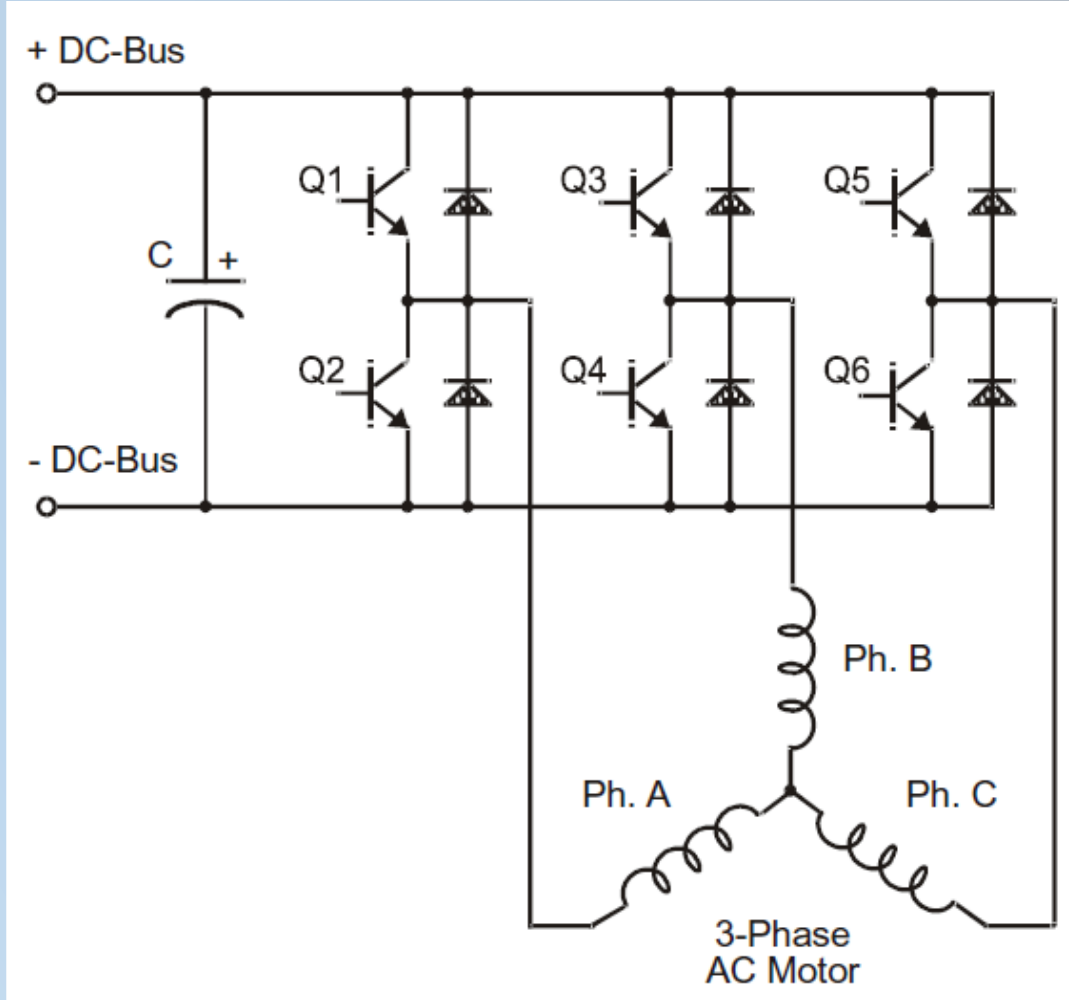
- مهمته رفع قيمة الجهد المقدم من اللوح الشمسي إلى القالبة , و التحكم به .
- المفتاح الالكتروني المستخدم في المقطع هو ترانزستور موسفيت .



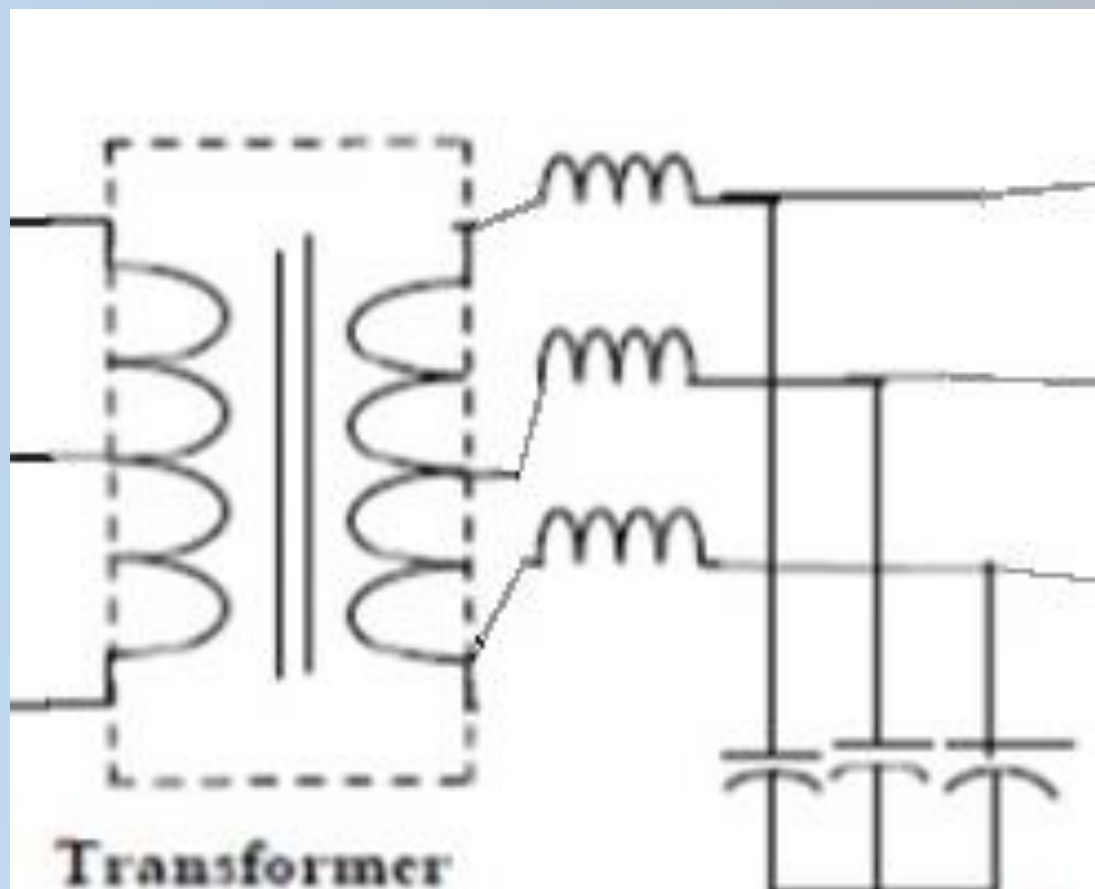
- \* توليد نبضات التحكم للمقطع :
- قياس جهد خرج المقطع .
- مقارنة الجهد المقاس مع قيمة مرجعية قابلة للضبط .
- اعتمادا على الفرق يتم تحديد Duty cycle لعمل الترانزستور
- \* يوجد مكثف لتنظيم جهد الخرج و تقليل تذبذباته .

# Three phase Inverter

## القالبية ثلاثية الطور :



- تحول طاقة التيار المستمر الى تيار متناوب ثلاثي الطور .
- تحوي 6 مفاتيح الكترونية
- يتم التحكم بفتح و إغلاق هذه المفاتيح بشكل منتظم بحيث يحقق الخرج المرغوب المقدم إلى الحمل
- توجد عدة بارامترات مهمة تخص القالبية , مثل معامل الاستطاعة , و نسبة THD (Total Harmonic Distortion)



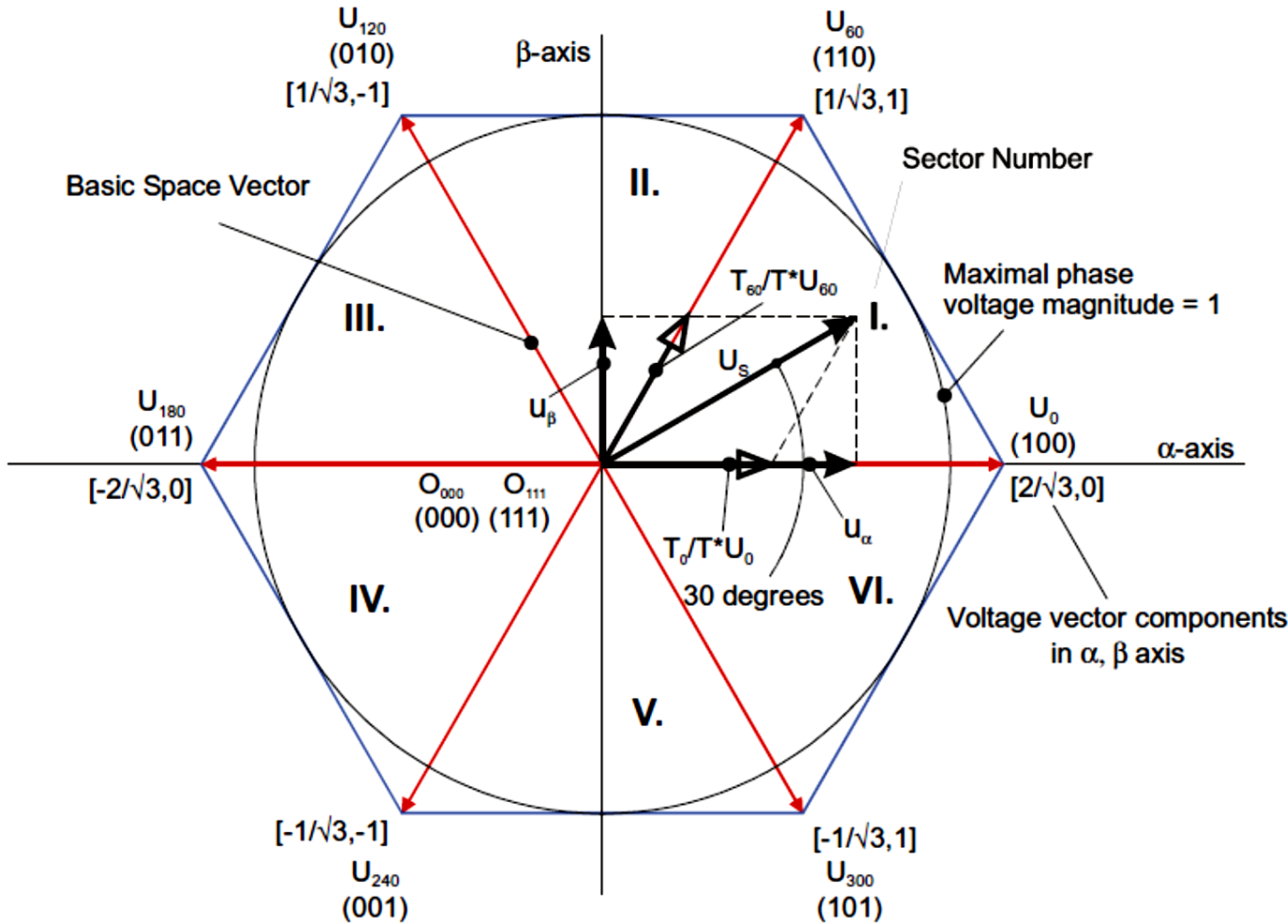
\* على مخارج القالبه توجد محوله ثلاثيه  
الطور مهمتها العزل الكهربائي بين القالبه و  
الحمل المتعلق بها .

\* بعد المحولة يوجد مرشح LC لتنعيم الجهد و التيار والتقليل من التشويش .



# Space Vector Pulse Width Modulation SVPWM

- يتعامل مع الجهود بالاحداثيات الثنائية  $\alpha\beta$  لذلك نحتاج إلى تطبيق تحويل كلارك للانتقال من الاحداثيات الثلاثية إلى الاحداثيات الثنائية .
- الغاية من هذه الطريقة هي حساب أزمنة عمل المفاتيح الالكترونية في القالبة
- يتم تقسيم مجال الجهود حسب حالة المفاتيح الالكترونية إلى 6 مجالات تمثل بالشكل السداسي التالي :
- المخطط يحوي 6 أشعة غير صفيرية وشعاان صفريان .





## الخطوات :

- 1- تحديد القطاع الحاوي لشعاع الجهد المطلوب .
- 2- تحليل الشعاع الى مركبتين  $U_x, U_{x+60}$  (الشعاعين المرجعيين المحيطين بالقطاع).
- 3- حساب فترة عمل المفاتيح الالكترونية Duty cycle

$$T_1 = k \times \left( \sin \left( \frac{\pi}{3} - \theta + \frac{n-1}{3} \pi \right) \right),$$

$$T_2 = k \times \left( \sin \left( \theta - \frac{n-1}{3} \pi \right) \right)$$

$$T_0 = T_z - (T_1 + T_2)$$

$$k = \frac{\sqrt{3} \times T_z \times V_{ref}}{V_{dc}}$$

حيث :

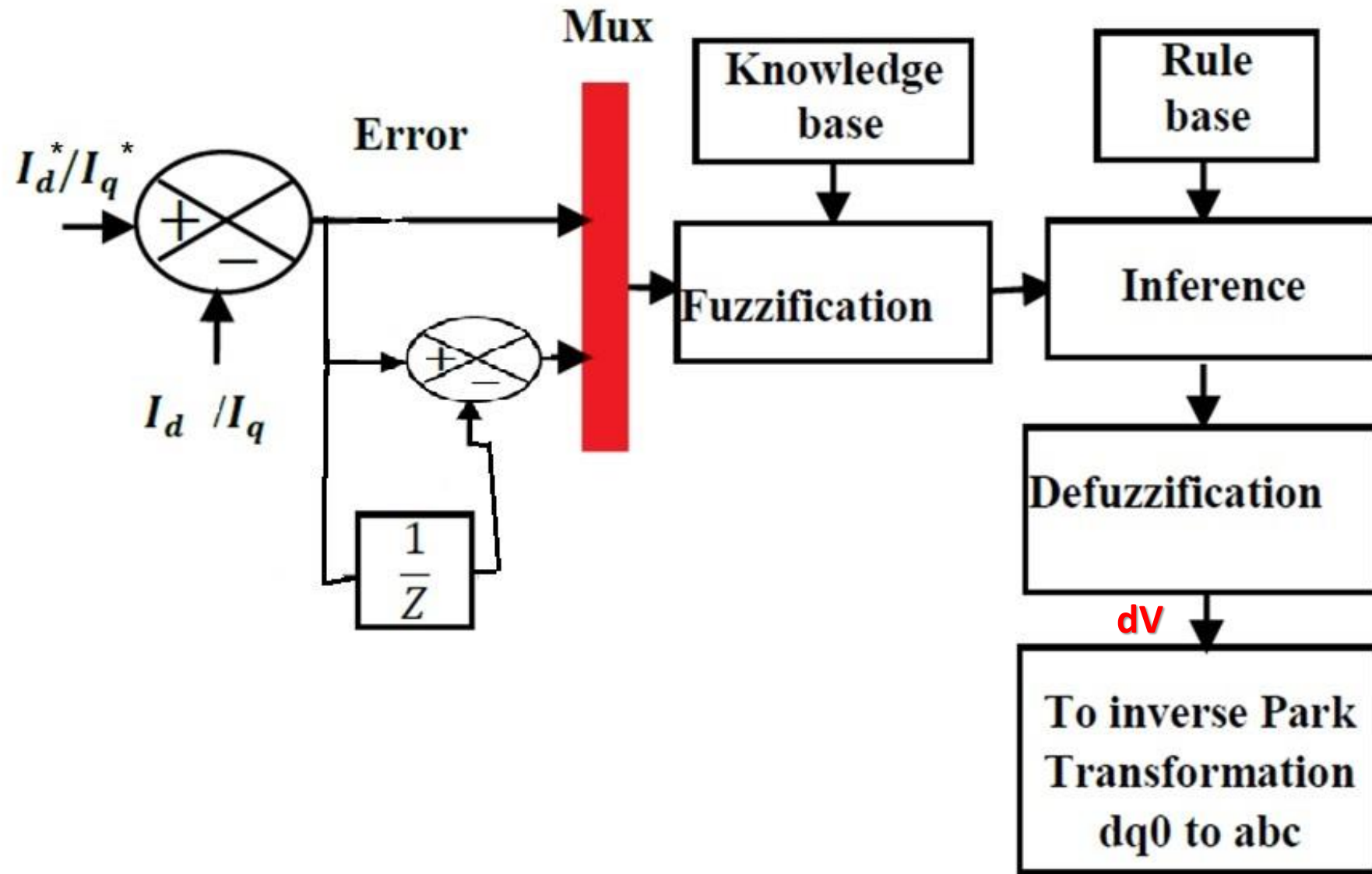
T1\_ زمن عمل الشعاع الأول

T2\_ زمن عمل الشعاع الثاني

T0\_ الزمن الصفري

# Fuzzy Controller

- يتم التحكم بالمحرك عبر مركبات التيار  $i_d$  ,  $i_q$
- المتحكم المستخدم هو متحكم ضبابي
- لكل مركبة من مركبات التيار متحكم خاص .
- يتم مقارنة مركبات التيار مع قيم مرجعية مرغوبة لكل مركبة , وخرج المقارن هو دخل المتحكم .
- المتحكم له مدخلين : **1- إشارة الخطأ**
- **2- مقدار تغير إشارة الخطأ**
- خرج المتحكم هو مقدار التغير اللازم بجهد المحرك ( تزايداً أو نقصاناً ) على المركبتين  $d,q$
- خرج المتحكم يجمع مع الجهد الفعلي المقاس , وعبر تحويل بارك العكسي نحصل على الجهد ثلاثي الطور .
- عبر تقنية SVPWM يتم توليد إشارات التحكم للقالبة .



## الدخل الأول : Error

وله سبع حالات لغوية :

1- قيمة سالبة كبيرة NL

2- قيمة سالبة متوسطة NM

3- قيمة سالبة صغيرة NS

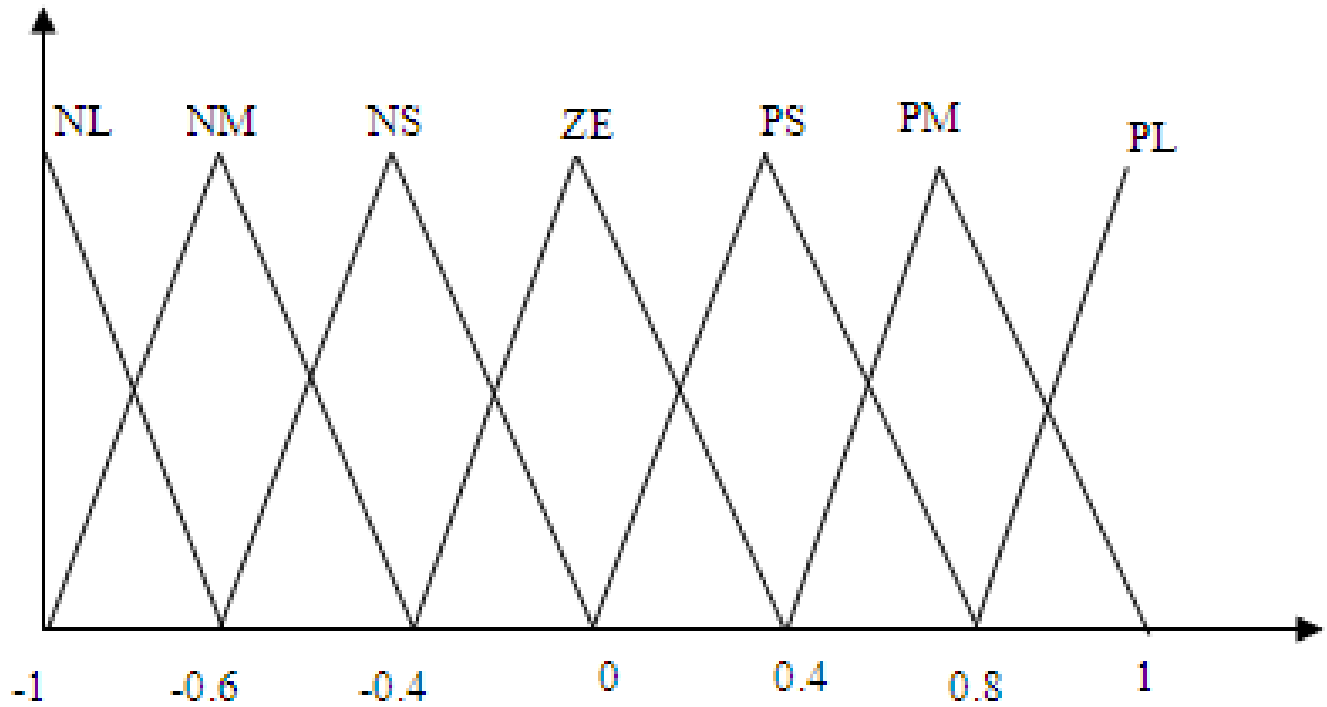
4- الصفر Z

5- قيمة موجبة صغيرة PS

6- قيمة موجبة متوسطة PM

7- قيمة موجبة كبيرة PL

وله توابع الانتماء المثلثية التالية :



1) -1,-1,-0.6

2) -1,-0.6,-0.4

3) -0.6,0.4,0

4) -0.4,0,0.4

5) 0,0.4,0.8

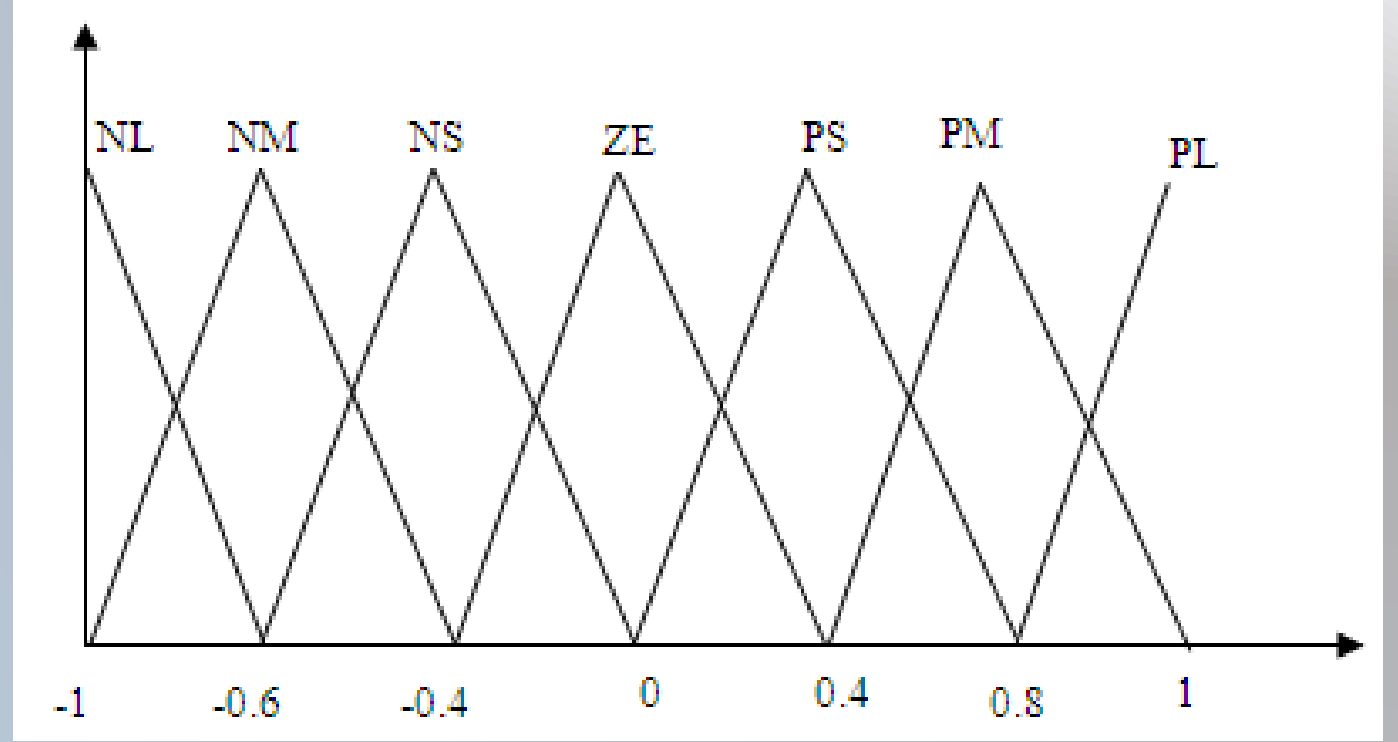
6) 0.4,0.8,1

7) 0.8,1,1

## الدخل الثاني: Change in Error

وله سبع حالات لغوية :

- 1- قيمة سالبة كبيرة NL
- 2- قيمة سالبة متوسطة NM
- 3- قيمة سالبة صغيرة NS
- 4- الصفر Z
- 5- قيمة موجبة صغيرة PS
- 6- قيمة موجبة متوسطة PM
- 7- قيمة موجبة كبيرة PL



وله توابع الانتماء المثلثية التالية :

- |                 |              |
|-----------------|--------------|
| 1) -1,-1,-0.6   |              |
| 2) -1,-0.6,-0.4 | 5) 0,0.4,0.8 |
| 3) -0.6,0.4,0   | 6) 0.4,0.8,1 |
| 4) -0.4,0,0.4   | 7) 0.8,1,1   |

## الخرج الضبابي :

وله 7 حالات ضبابية :

1- قيمة سالبة كبيرة NL

2- قيمة سالبة متوسطة NM

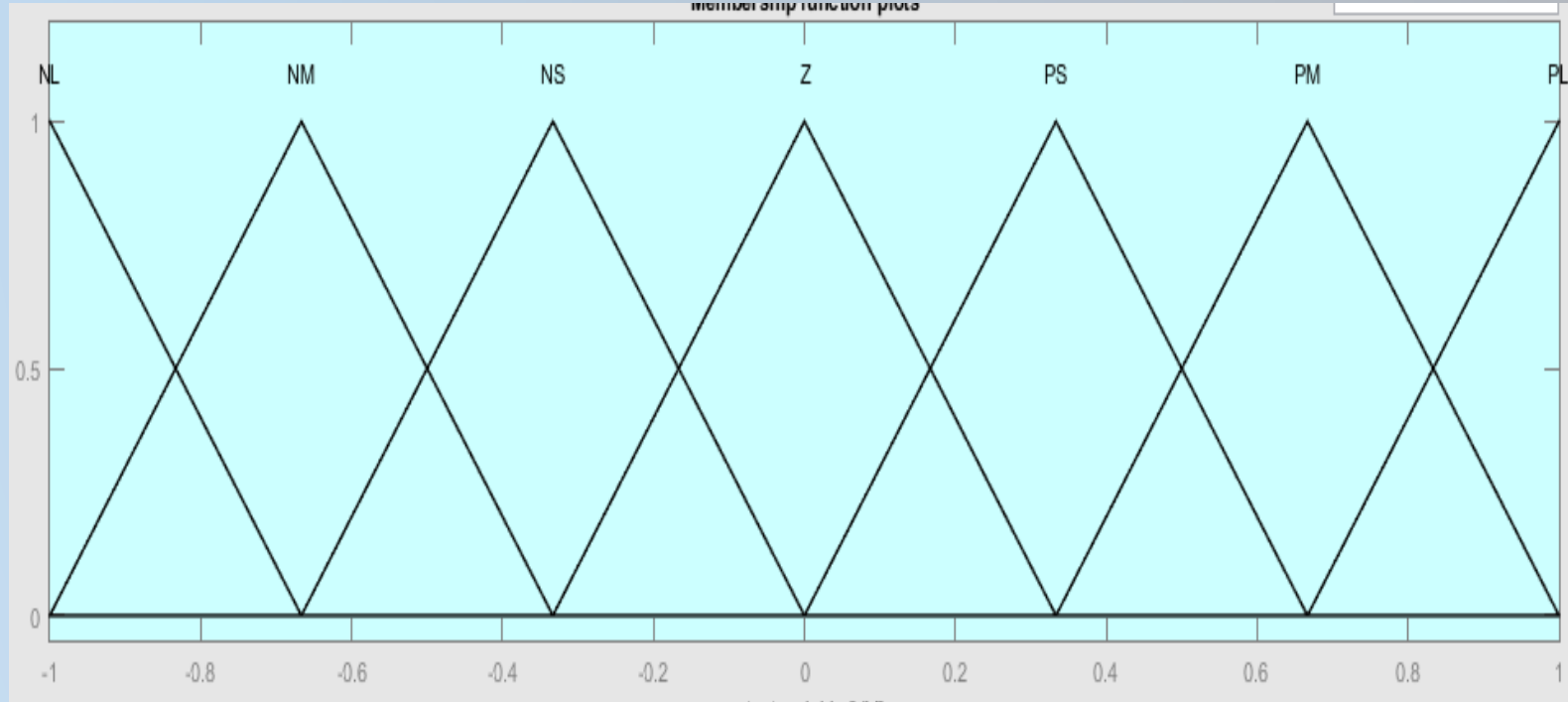
3- قيمة سالبة صغيرة NS

4- الصفر Z

5- قيمة موجبة صغيرة PS

6- قيمة موجبة متوسطة PM

7- قيمة موجبة كبيرة PL



1) -1,-1,-0.6

2) -1,-0.6,-0.4

3) -0.6,0.4,0

4) -0.4,0,0.4

5) 0,0.4,0.8

6) 0.4,0.8,1

7) 0.8,1,1

وله توابع الانتماء التالية وكلها مثلثية :

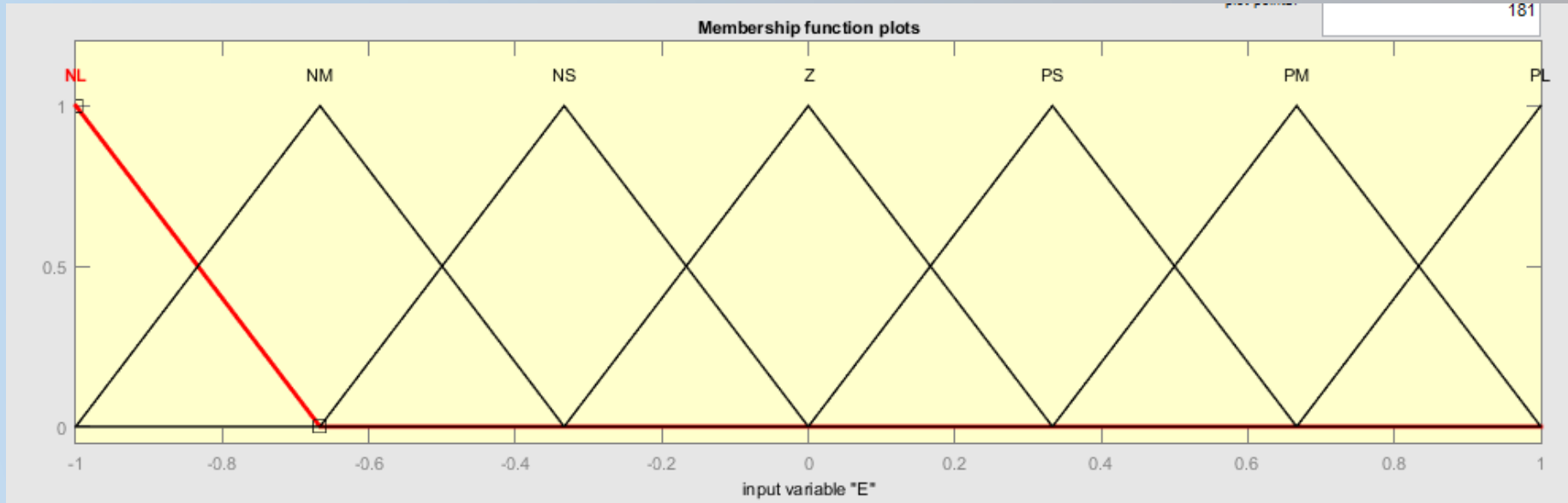
جدول القواعد الضبابية :

<b>E</b> \ <b>DE</b>	<b>NL</b>	<b>NM</b>	<b>NS</b>	<b>Z</b>	<b>PS</b>	<b>PM</b>	<b>PL</b>
<b>NL</b>	NL	NL	NL	NM	NM	NS	Z
<b>NM</b>	NL	NL	NM	NM	NS	Z	PS
<b>NS</b>	NL	NM	NM	NS	Z	PS	PM
<b>Z</b>	NM	NM	NS	Z	PS	PM	PM
<b>PS</b>	NM	NS	Z	PS	PM	PM	PL
<b>PM</b>	NS	Z	PS	PM	PM	PL	PL
<b>PL</b>	Z	PS	PM	PM	PL	PL	PL

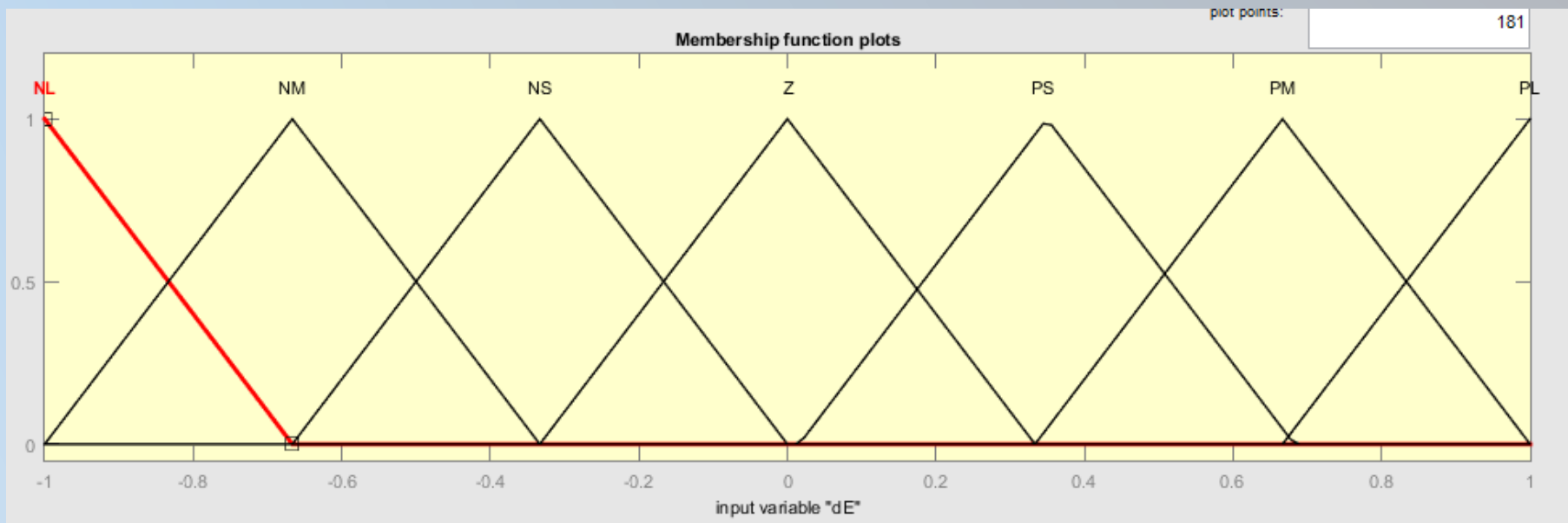


# العمل على برنامج Matlab

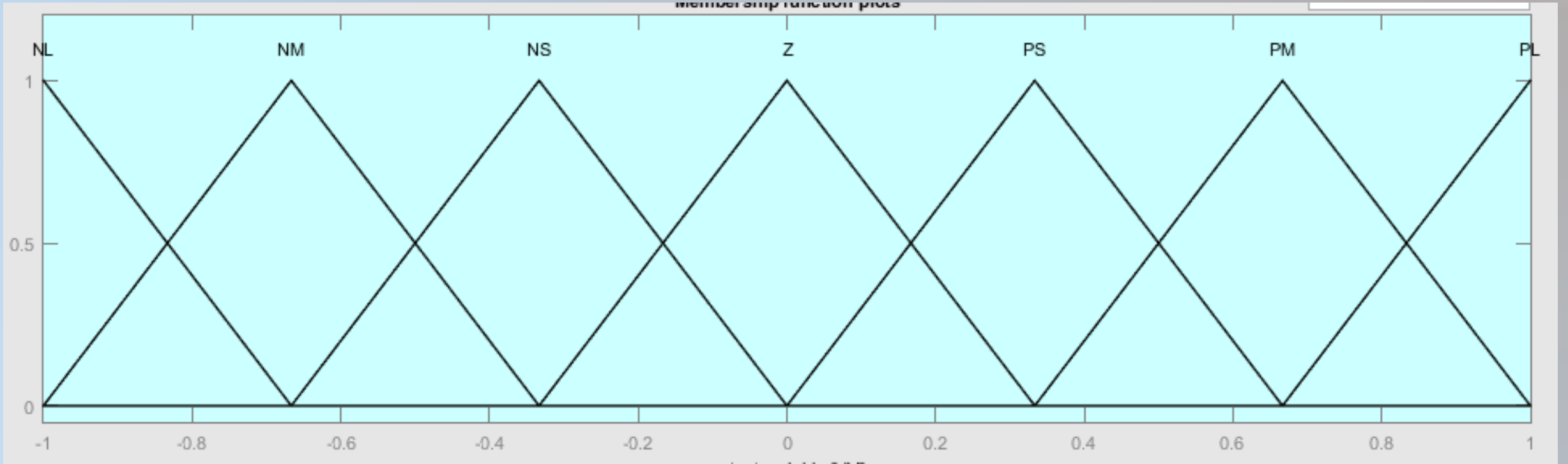
الدخل الأول :



الدخل الثاني :



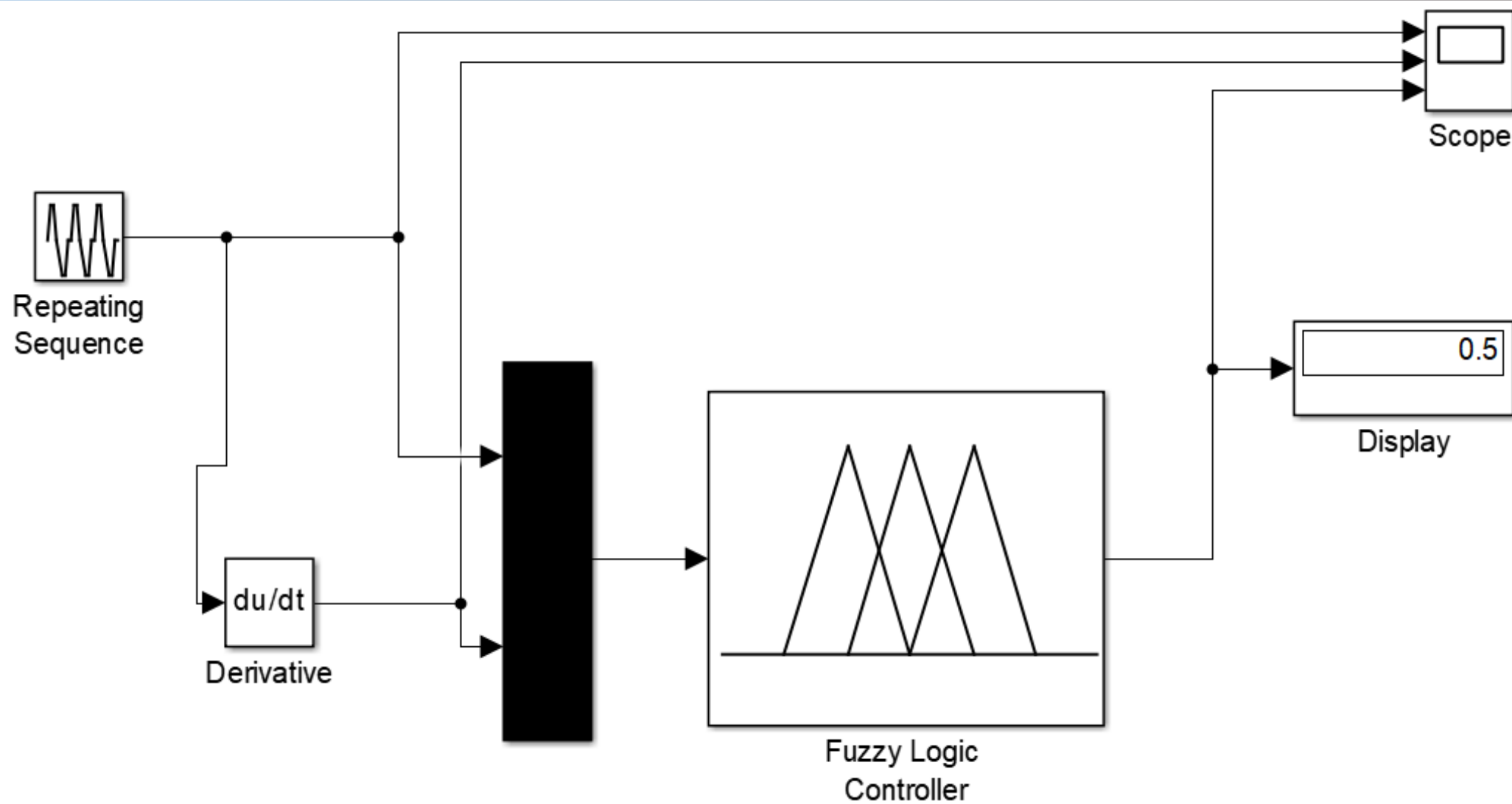
## الخرج :



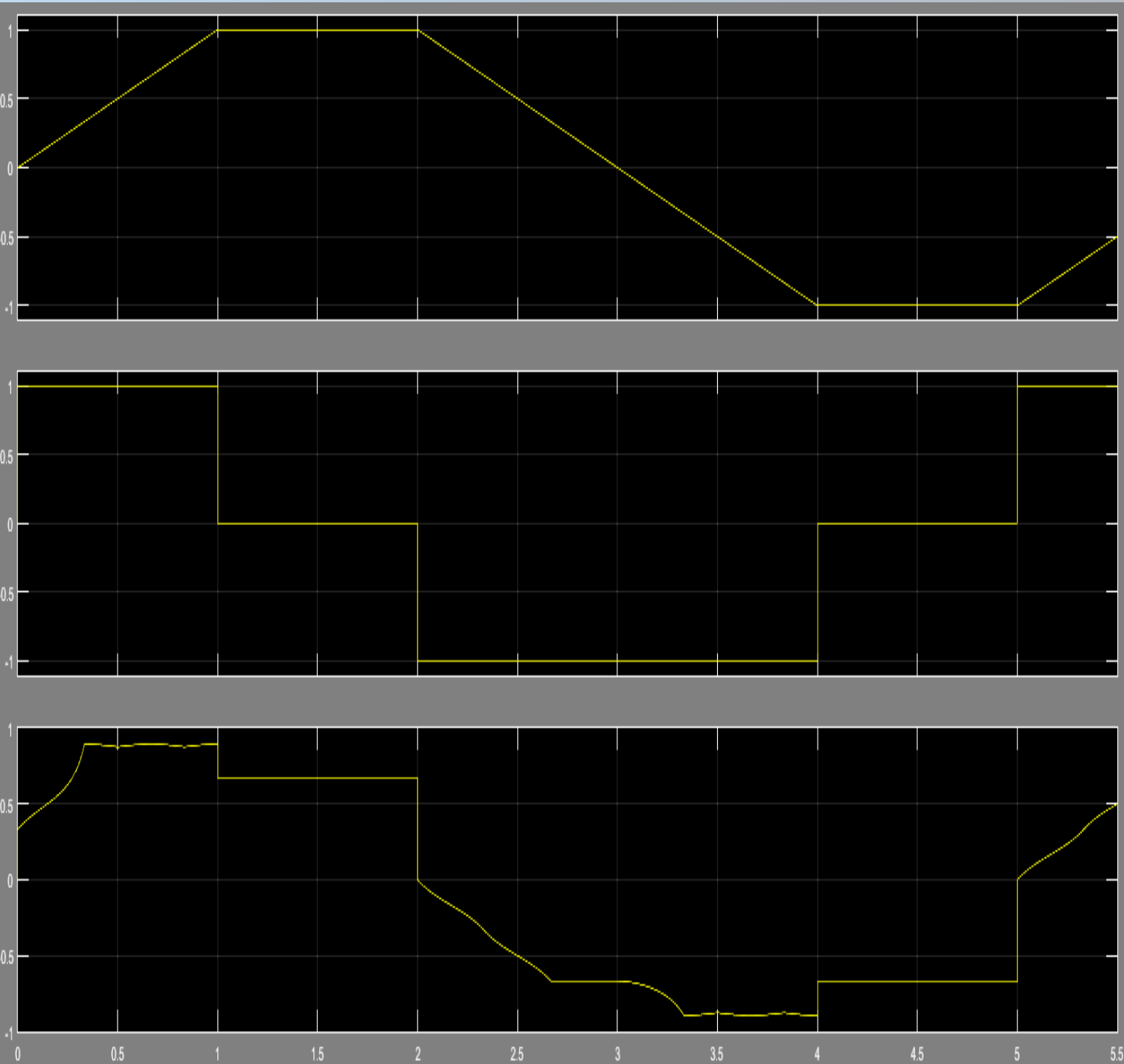
1. If (E is NL) and (dE is NL) then (dV is NL) (1)
2. If (E is NL) and (dE is NM) then (dV is NL) (1)
3. If (E is NL) and (dE is NS) then (dV is NL) (1)
4. If (E is NL) and (dE is Z) then (dV is NM) (1)
5. If (E is NL) and (dE is PS) then (dV is NM) (1)
6. If (E is NL) and (dE is PM) then (dV is NS) (1)
7. If (E is NL) and (dE is PL) then (dV is Z) (1)
8. If (E is NM) and (dE is NL) then (dV is NL) (1)
9. If (E is NM) and (dE is NM) then (dV is NL) (1)
10. If (E is NM) and (dE is NS) then (dV is NM) (1)
11. If (E is NM) and (dE is Z) then (dV is NM) (1)
12. If (E is NM) and (dE is PS) then (dV is NS) (1)
13. If (E is NM) and (dE is PM) then (dV is Z) (1)
14. If (E is NM) and (dE is PL) then (dV is PS) (1)
15. If (E is NS) and (dE is NL) then (dV is NL) (1)
16. If (E is NS) and (dE is NM) then (dV is NM) (1)
17. If (E is NS) and (dE is NS) then (dV is NM) (1)
18. If (E is NS) and (dE is Z) then (dV is NS) (1)
19. If (E is NS) and (dE is PS) then (dV is Z) (1)
20. If (E is NS) and (dE is PM) then (dV is PS) (1)
21. If (E is NS) and (dE is PL) then (dV is PM) (1)
22. If (E is Z) and (dE is NL) then (dV is NM) (1)
23. If (E is Z) and (dE is NM) then (dV is NM) (1)
24. If (E is Z) and (dE is NS) then (dV is NS) (1)
25. If (E is Z) and (dE is Z) then (dV is Z) (1)
26. If (E is Z) and (dE is PS) then (dV is PS) (1)
27. If (E is Z) and (dE is PM) then (dV is PS) (1)

28. If (E is Z) and (dE is PL) then (dV is PS) (1)
29. If (E is PS) and (dE is NL) then (dV is NM) (1)
30. If (E is PS) and (dE is NM) then (dV is NS) (1)
31. If (E is PS) and (dE is NS) then (dV is Z) (1)
32. If (E is PS) and (dE is Z) then (dV is PS) (1)
33. If (E is PS) and (dE is PS) then (dV is PM) (1)
34. If (E is PS) and (dE is PM) then (dV is PM) (1)
35. If (E is PS) and (dE is PL) then (dV is PL) (1)
36. If (E is PM) and (dE is NL) then (dV is NS) (1)
37. If (E is PM) and (dE is NM) then (dV is Z) (1)
38. If (E is PM) and (dE is NS) then (dV is PS) (1)
39. If (E is PM) and (dE is Z) then (dV is PM) (1)
40. If (E is PM) and (dE is PS) then (dV is PM) (1)
41. If (E is PM) and (dE is PM) then (dV is PL) (1)
42. If (E is PM) and (dE is PL) then (dV is PL) (1)
43. If (E is PL) and (dE is NL) then (dV is Z) (1)
44. If (E is PL) and (dE is NM) then (dV is PS) (1)
45. If (E is PL) and (dE is NS) then (dV is PM) (1)
46. If (E is PL) and (dE is Z) then (dV is PM) (1)
47. If (E is PL) and (dE is PS) then (dV is PL) (1)
48. If (E is PL) and (dE is PM) then (dV is PL) (1)
49. If (E is PL) and (dE is PL) then (dV is PL) (1)

## دائرة محاكاة عمل المتحكم :



# مناقشة النتائج



<div><div>DE</div><div>E</div></div>	NL	NM	NS	Z	PS	PM	PL
NL	NL	NL	NL	NM	NM	NS	Z
NM	NL	NL	NM	NM	NS	Z	PS
NS	NL	NM	NM	NS	Z	PS	PM
Z	NM	NM	NS	Z	PS	PM	PM
PS	NM	NS	Z	PS	PM	PM	PL
PM	NS	Z	PS	PM	PM	PL	PL
PL	Z	PS	PM	PM	PL	PL	PL

The End