الأتمتة الصناعية Industrial Automation

الوظائف المتقدمة في المخطط السلمي وتطبيقاتها
Advanced Ladder Diagram

أعداد المهندس المجاز/وميض رياض عبد العظيم

الأتمتة الصناعية والتحكم الالي

الكثير من المهندسين والفنيين يخلطون بين التحكم الآلي والأتمتة الصناعية والبعض منهم يعتقد أنه لا فرق بنهما لذلك نقول: هناك فرق كبير وكبير جداً بين الأتمتة الصناعية والتحكم الألي ....
لنبدأ بتعريف كل من الاتمتة الصناعية والتحكم الالي.

الأتمتة الصناعية:هي عبارة عن منظومة صناعية مبرمجة ، تتحكم بالعمليات الصناعية والمشغلات الكهربائية عن طريق عقل صناعي مبرمج.

والتحكم الآلي : عبار عن منظومة صناعية تتحكم بالعمليات الصناعية والمشغلات الكهربائية عن طريق القواطع والكونتاكتورات الصناعية .

ومن التعريفين السابقين المختصرين يتضح أن هناك فرق كبير وهذا الفرق هو البرمجة فالأتمتة الصناعية تعتمد على البرمجة بشكل كبير جداً وفي الواقع لا نطلق على نظام مؤتمت دون تدخل البرمجة .

ولكن في التحكم الحديث أصبحت المعدات الصناعية (القواطع والمشغلات....) مبرمجة من الشركات الصانعة وهذا لا يعني أنها مؤتمتة ...

في كل منظومة صناعية حديثة أصبحت تعتمد على البرمجة وأنا شخصيا أقول تعتمد على (عقل صناعي مبرمج) لمعالجة الأوامر وأصدار القرارات ومن هنا نقول الأتمتة الصناعية هي العقل المبرمج للتحكم الآلي.

الوظائف المتقدمة في المخطط السلمي

ان الانظمة الصناعية المعقدة لايمكن السيطرة عليها باستخدام مجموعة من العلاقات المنطقية فقط (AND,OR,NOT ....الخ).فبعض الحالات يجب التعامل معها باستخدام وظائف متقدمة ومن تلك الحالات:-

١) تغير قيمة مدخل معين قبل اتخاذ القرار المناسب للحالة قبل التغير فبالتالي لابد من أضافة خاصية الاقفال على الاشارة او ما يسمى latch.

٢) توقيت احداث معينه timer

٣) اتخاذ قرار معين على اساس عدد محدد من الاشارات المستلمة counter

٤) الحاجة لتحديد شروط للعمل تتضمن حدود لقيم الاشارات المستلمة وبالتالي لابد من استخدام وظائف المقارنه comparison

مكتبة الوظيفة ومربع الوظيفة Function/Function Block Library

حسب المعيار الدولي المفتوح IEC 61131-3المنشور لاول مرة عام ١٩٩٣ والمعاد نشرة للمرة الثانية عام ٢٠٠٣ والخاص بالمتحكمات المنطقيه القابلة للبرمجة فانه يوجد نوعين من الوحدات البرمجية : الوظيفة وكتلة او مربع الوظيفة functions and function blocks الفارق بين الاثنين في الاجابة على السؤال التالي:

هل هذه الوحدة البرمجية ستعيد نفس القيمة عند كل استدعاء ؟

اذا كانت الاجابه نعم اذن فهي داله وظيفية(لايُحتاج الى ذاكرة لخزن الحالات السابقة وفي اغلب الاحيان القيمة المحسوبه من جنس المدخل) وتكون االوحدة البرمجية كتله اومربع الوظيفة اذا كانت قيمة الاخراج تتغير على الرغم من ادخال نفس القيمه .

الوظيفة: AND, COS.....

كتلة أو مربع الوظيفة: Timer, counter,.....

المتغيرات

هي البيانات المستخدمة في البرنامج حيث يمكن "تغيرها" مثال الادخال/الاخراج او ذاكرة

تمثيل المتغيرات

١) رمز الموقع
٢) رمز الحجم
٣) الموقع

رمز الموقع	النوع
I	أدخال
Q	أخراج
M	ذاكرة

رمز الحجم	عدد الخانات
X	1
B	8
W	16
D	32
L	64

أولاً :- عناصر الاحتفاظ أو الاقفال Latches

عبارة عن مربعات وظيفية ثنائية القيمة تقوم بعملية امساك الاشارة الداخلة لحين حصول شرط التصفير.

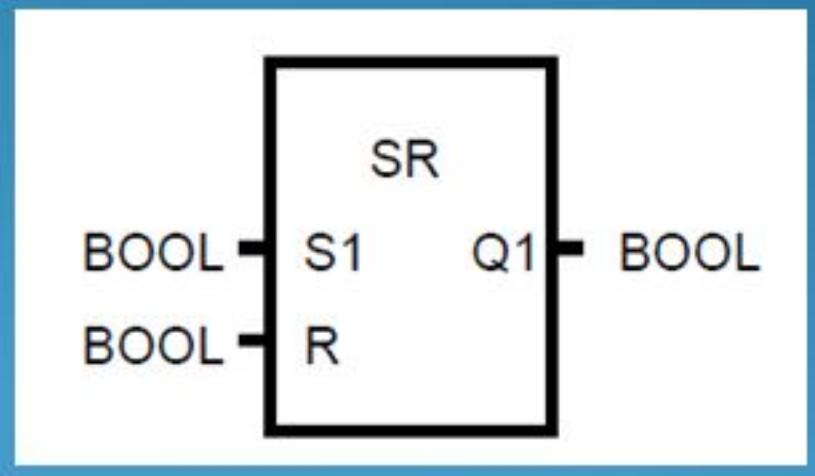
وتكون على نوعين:

١) اقفال ذات اولوية التثبيت

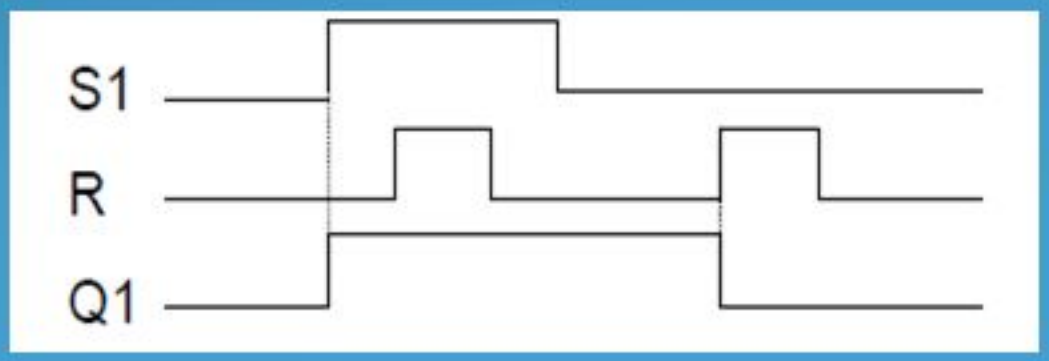
٢)أقفال ذات اولوية تصفير

الادخال		الاخراج	
S_1	شرط التثبيت	Q_1	القيمة
R	شرط التصفير		

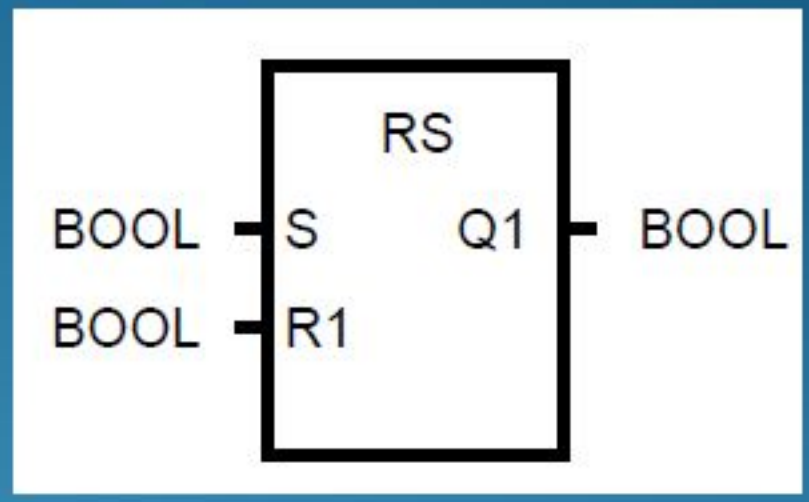
القفل ثنائي الحالة SR (الاولوية للتثبيت)



مخطط الزمن

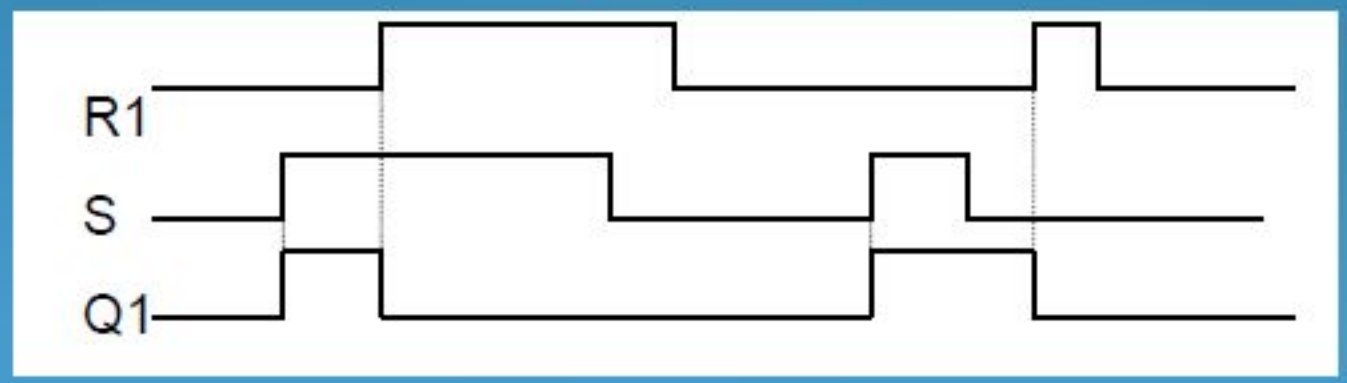


القفل ثنائي الحالة RS (الاولوية للتصفير)

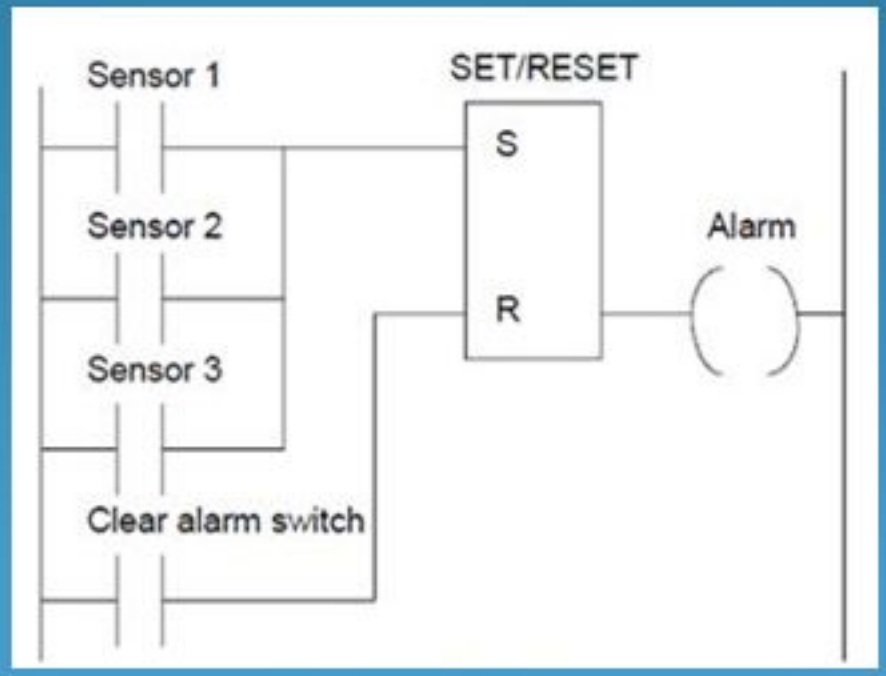


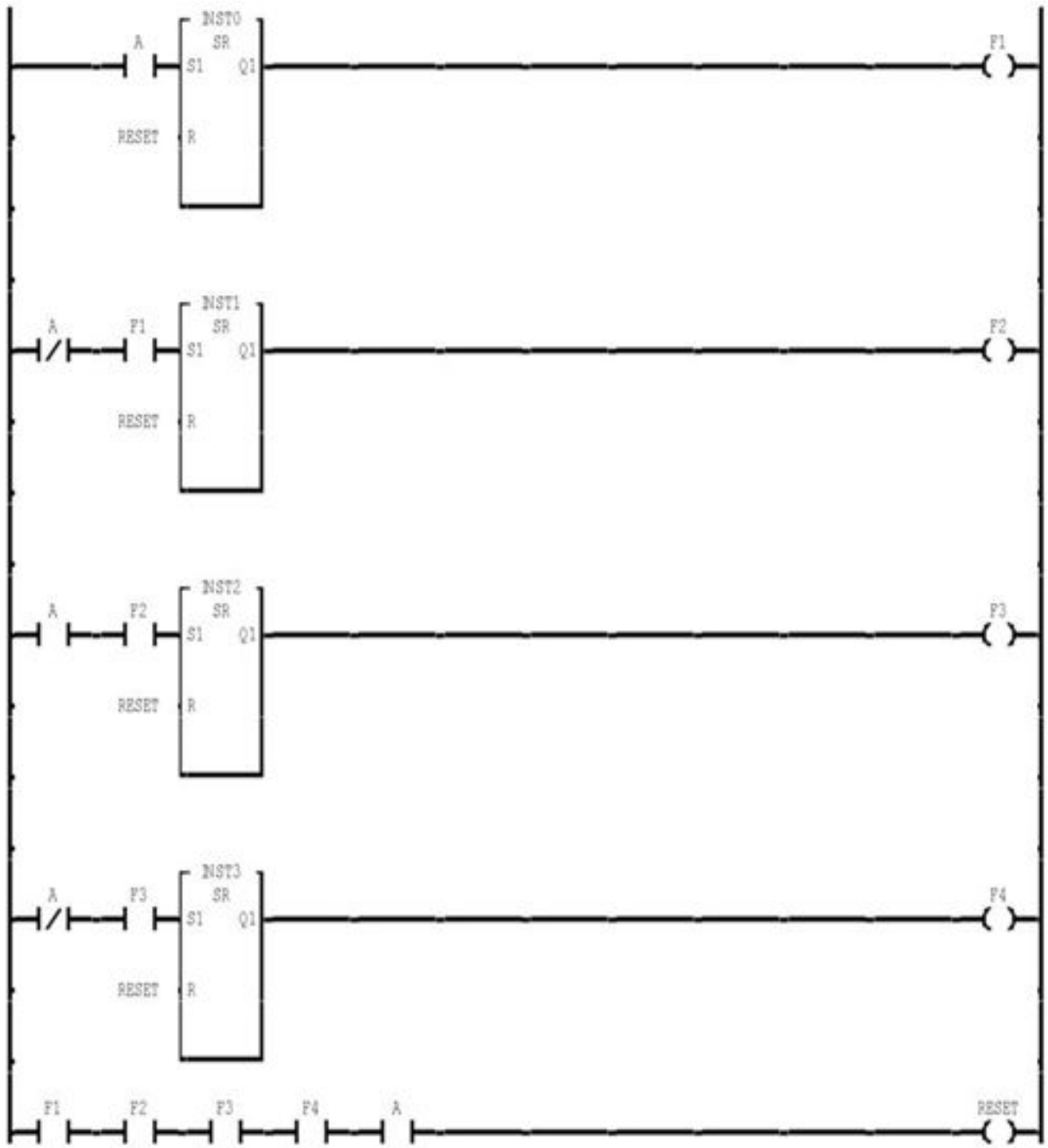
الادخال		الاخراج	
S	شرط التثبيت	Q1	القيمة
R1	شرط التصفير		

مخطط الزمن



الشكل ادناه يبين مثال للعناصر الأساسية لبرنامج بسيط يستخدم فى نظام إنذار الحريق . أجهزة استشعار الحريق هى ادخل مربع الوظيفة SET-RESET طرف set بحيث إذا عمل أحد أجهزة الاستشعار يتم إعطاء تنبيه (إنذار) ويبقى على هذه الحالة setحتى يتم إيقافه بعمل reset .

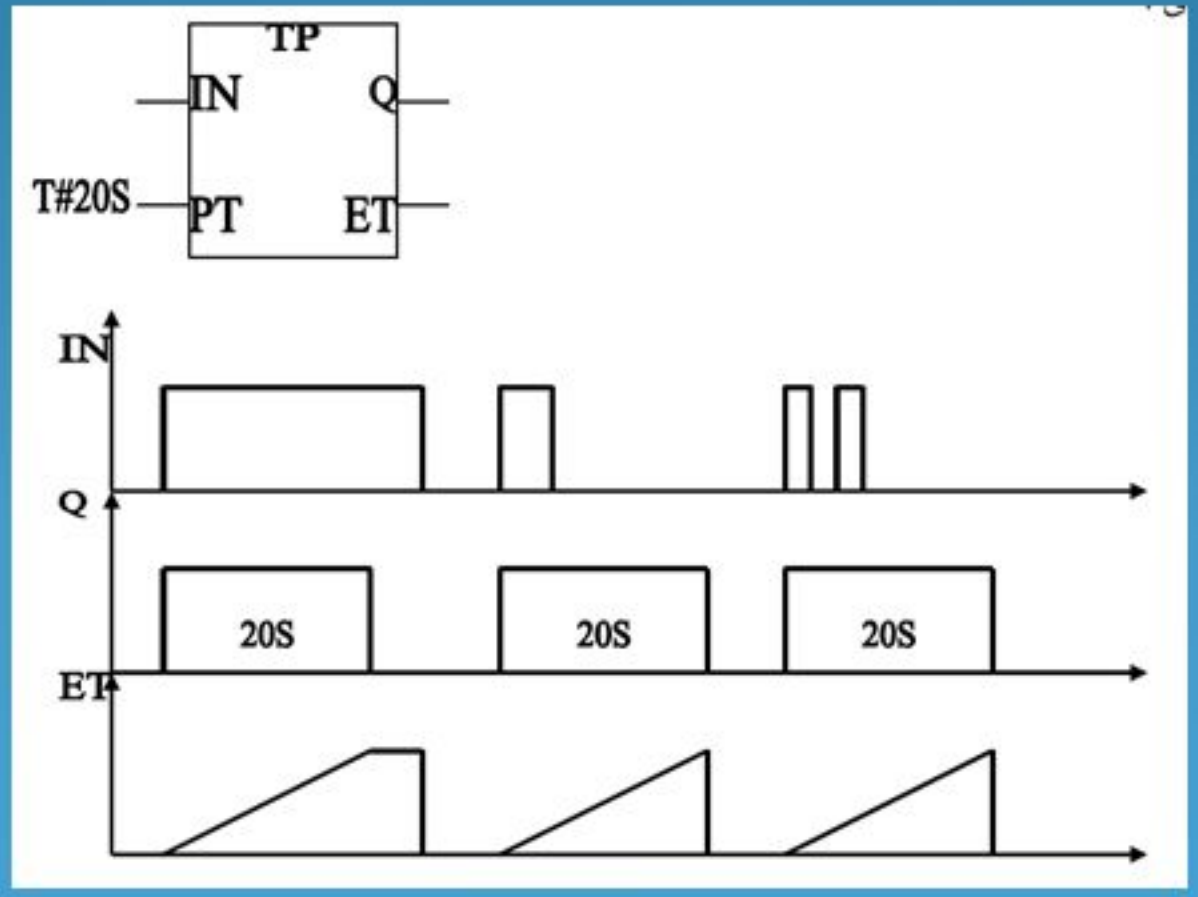



A
INST0
SR
S1
Q1
F1
RESET
R
A
F1
INST1
SR
S1
Q1
F2
RESET
R
A
F2
INST2
SR
S1
Q1
F3
RESET
R
A
F3
INST3
SR
S1
Q1
F4
RESET
R
F1
F2
F3
F4
A
RESET

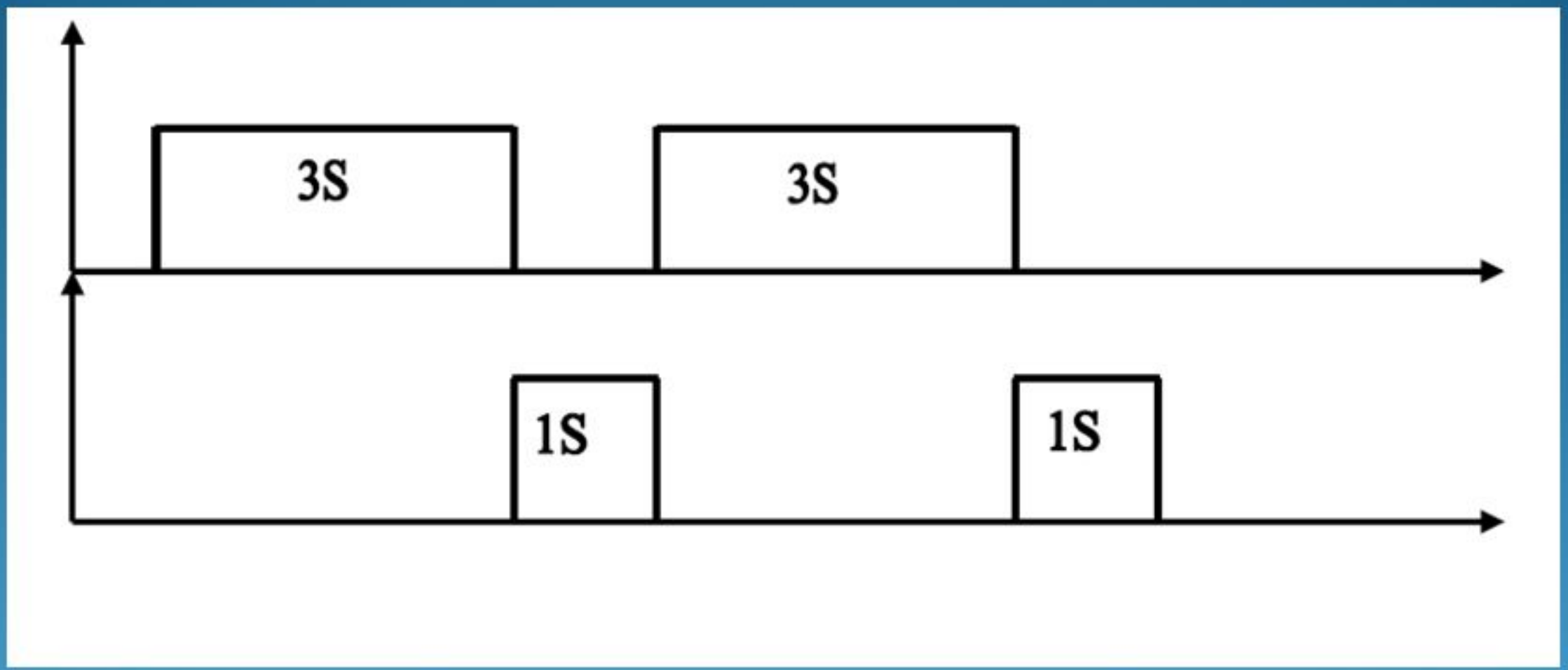
ثانيا: المؤقتات الزمنية TIMERS

مؤقت النبضة Pulse timers

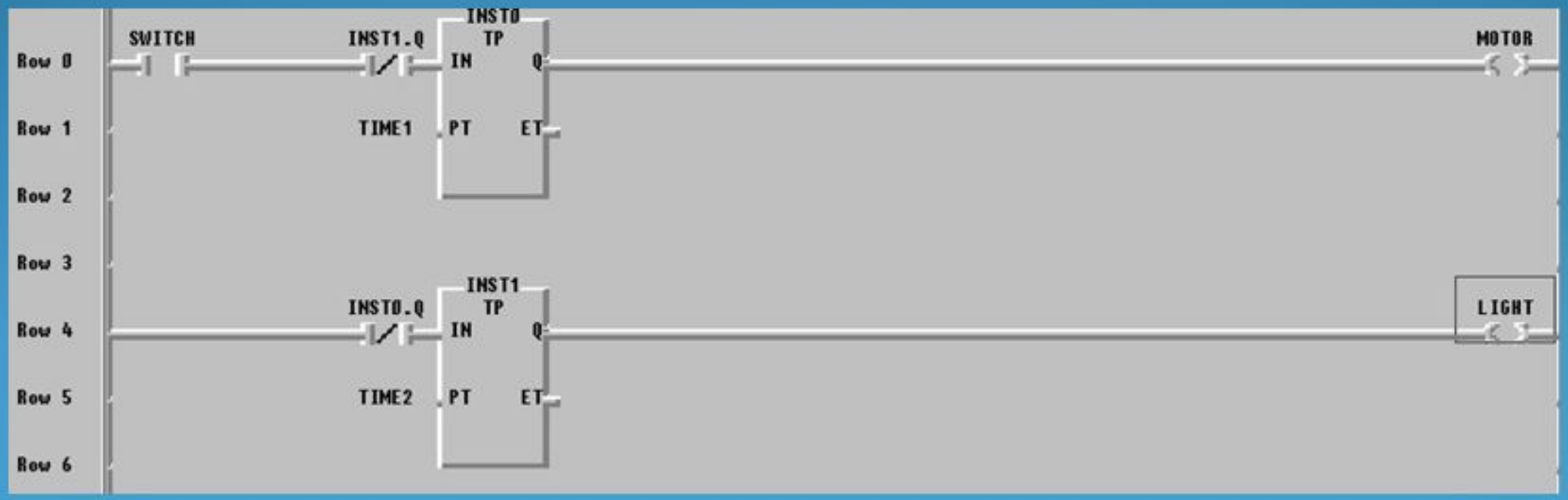
الادخال		الاخراج	
IN	شرط التشغيل	Q	اخراج المؤقت
PT	زمن التشغيل	ET	الزمن المنقضي



تطبيق عملي



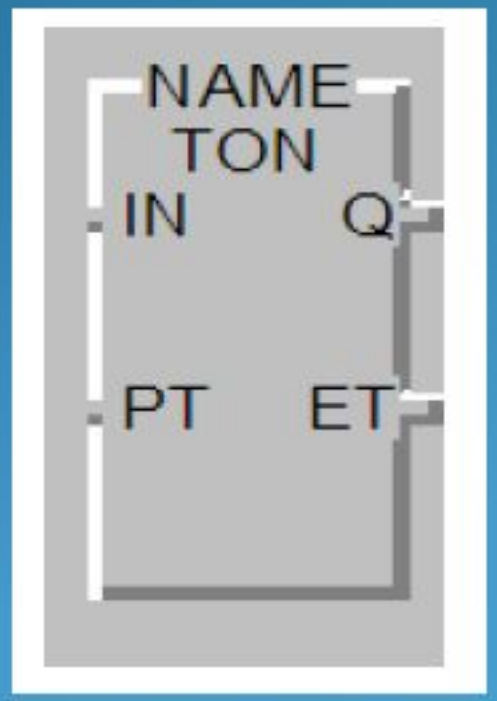
اسم المتغير	النوع	القيمة الابتدائية
SWITCH	BOOL	%I0.0.0
MOTOR	BOOL	%Q0.0.0
LIGHT	BOOL	%Q0.0.1
TIME1	TIME	T#3S
TIME2	TIME	T#1S

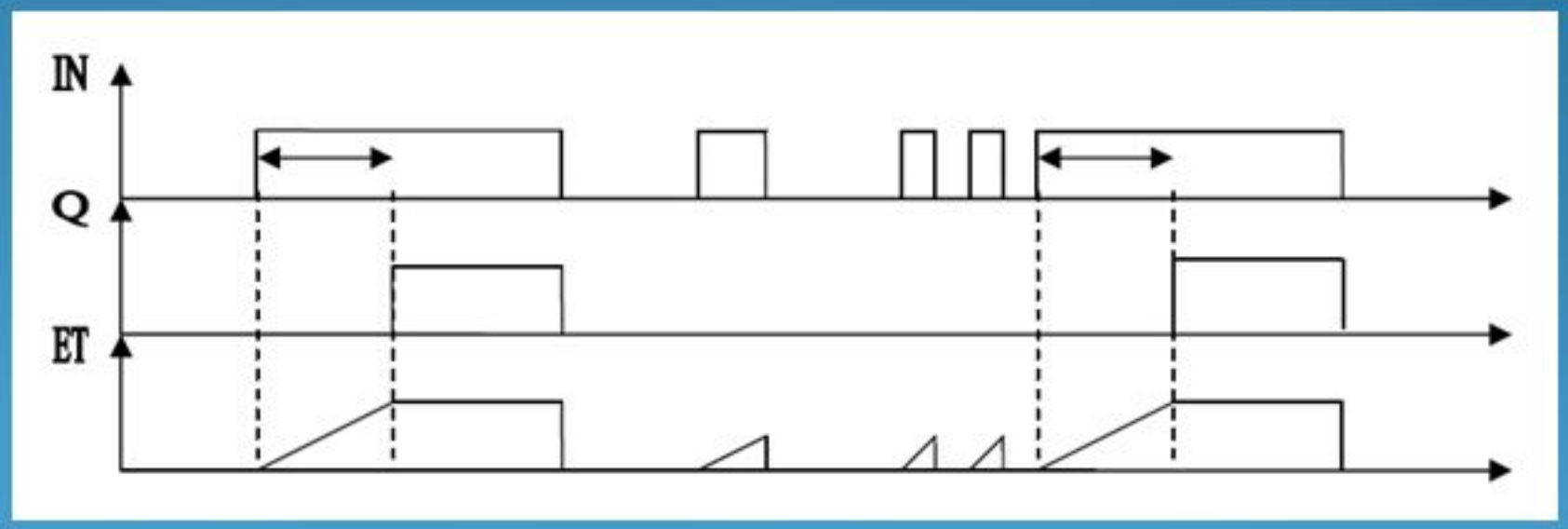


مؤقت تأخير التشغيل On Delay Timer

هذا المؤقت يقوم بتاخير الانتقال من حالة OFFالى حالة ONبزمن تاخير معين مقداره PT

الادخال		الاخراج	
IN	شرط التشغيل	Q	اخراج المؤقت
PT	زمن التشغيل	ET	الزمن المنقضي

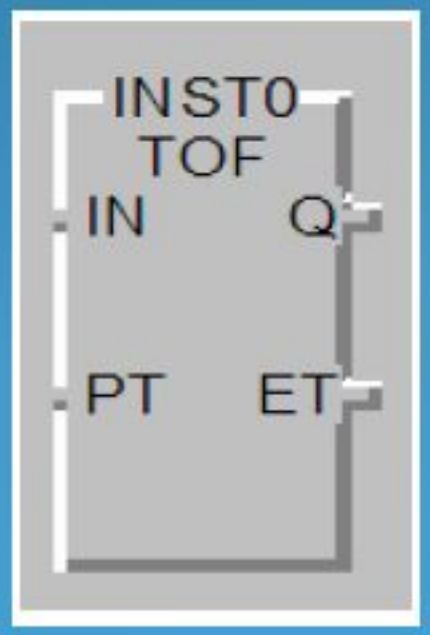


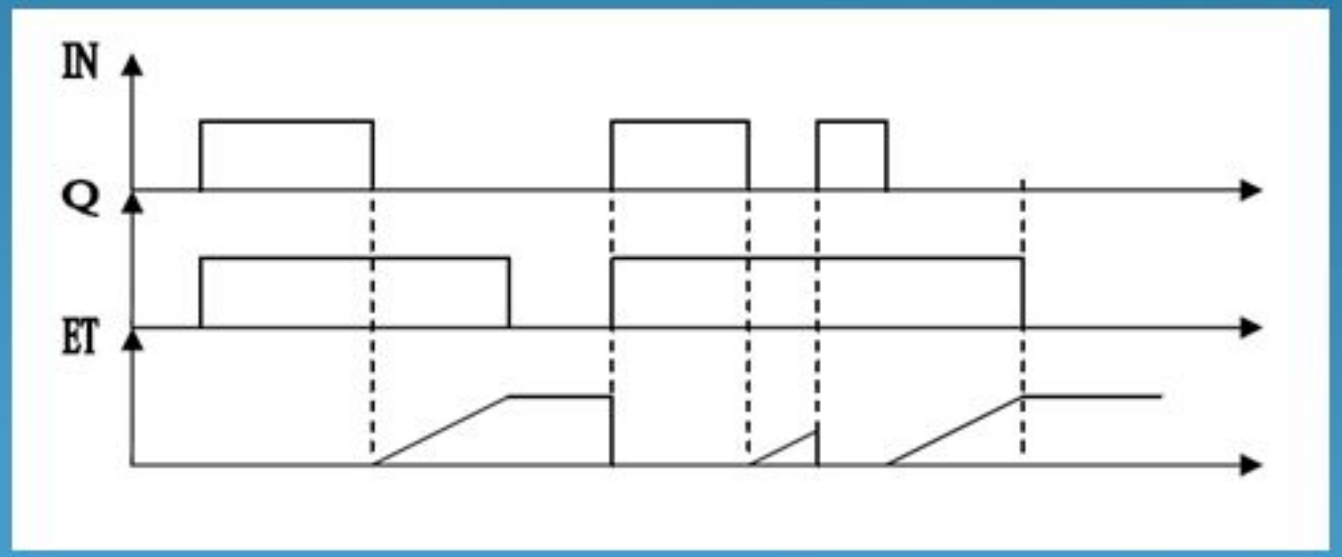


مؤقت تأخير الاطفاء Off Delay Timer

كما هو واضح من اسم المؤقت فإنه يقوم بتأخير حالة انتقال المؤقت من ONالى OFFبزمن تأخير معين PTيقوم المبرمج بضبطه.

الادخال		الاخراج	
IN	شرط التشغيل	Q	اخراج المؤقت
PT	زمن التشغيل	ET	الزمن المنقضي



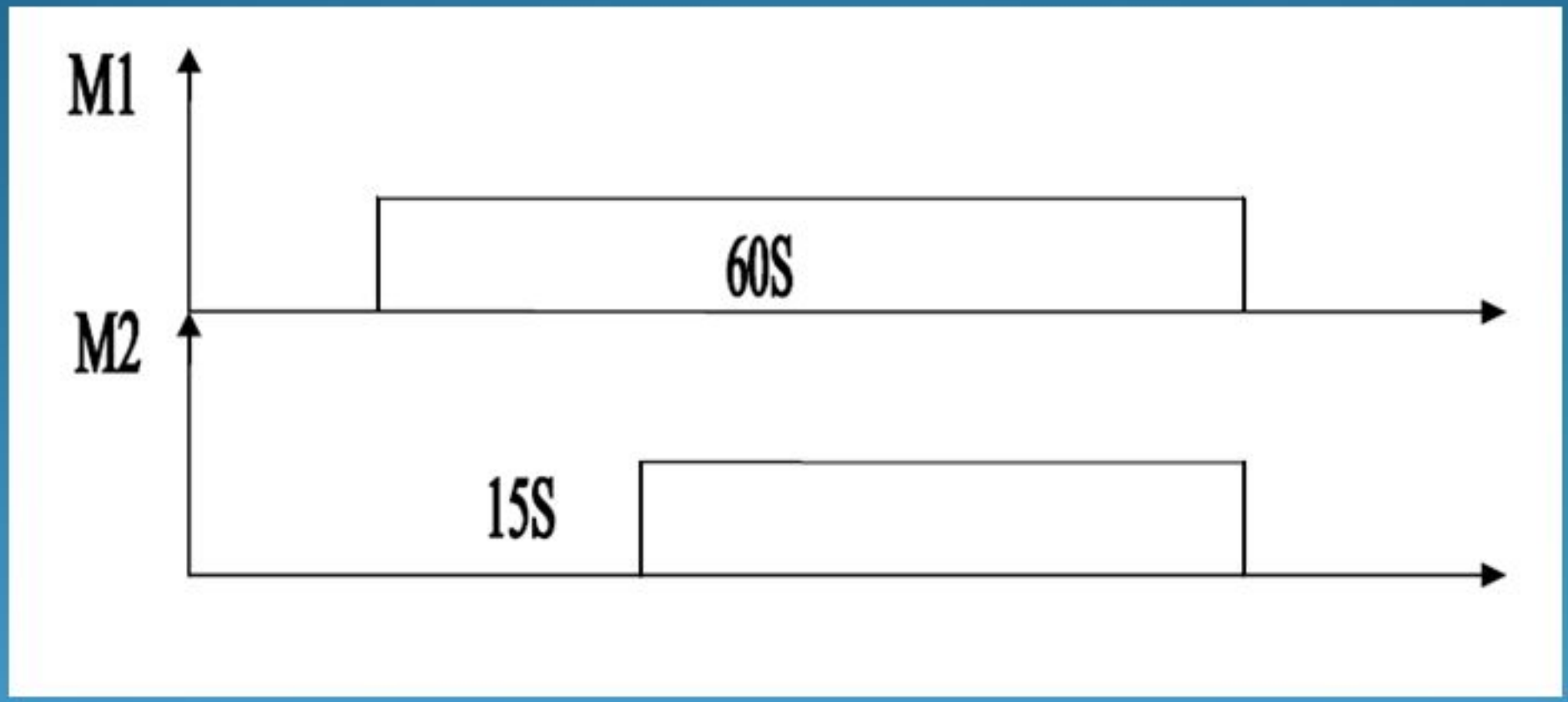


وجه الاختلاف :

TOFيؤخر الانتقال من حالة ONالى حالة OFF

TONيؤخر الانتقال من OFFالى حالة ON

تطبيق عملي



اسم المتغير	النوع	القيمة الابتدائية
START	BOOL	%I0.0.0
M1	BOOL	%Q0.0.0
M2	BOOL	%Q0.0.1
TIME1	TIME	T#60S
TIME2	TIME	T#15S

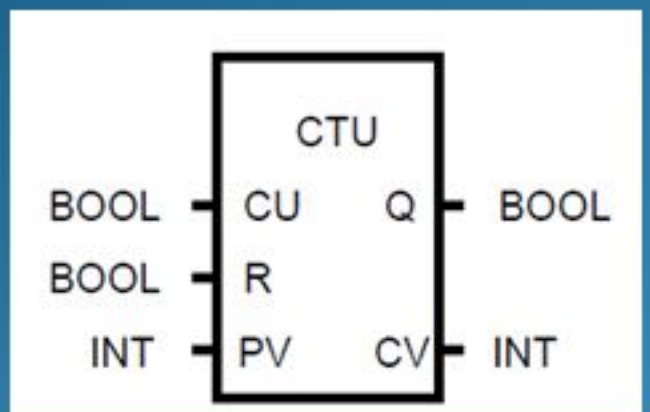
ثالثاً: العدادات COUNTERS

تستخدم العدادات مثلا لحساب عدد دورات محرك أو عدد الاشخاص المارين عبر احد الابواب لذلك تجهز العدادات لمثل هذه التطبيقات كاحد العناصر المبيته في المتحكم الرقمي القابل للبرمجه.

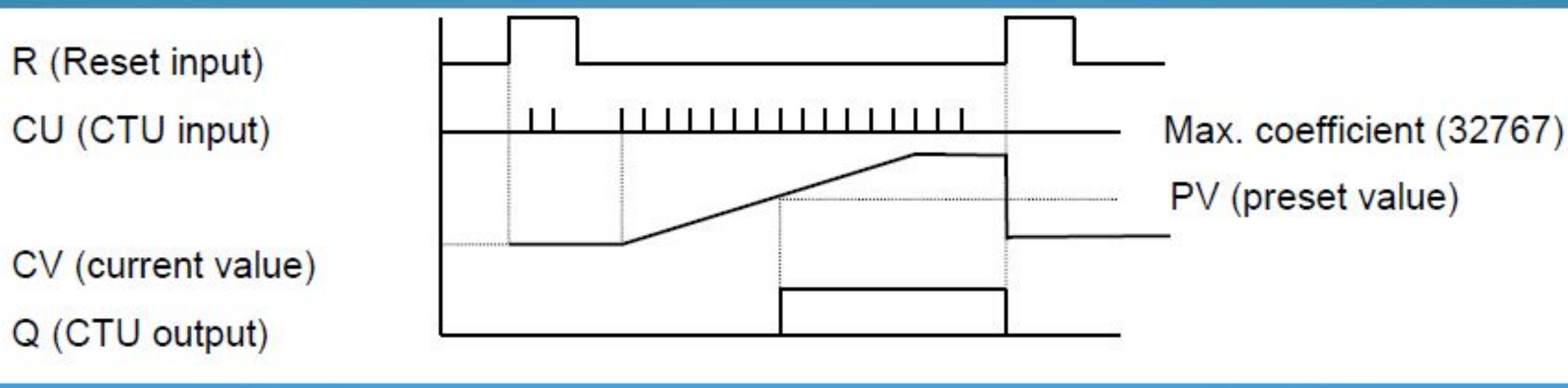
هنالك نوعان من العدادات:

١) العداد التصاعدي Up Counter
٢) العداد التنازلي Down Counter

العداد التصاعدي Up Counter

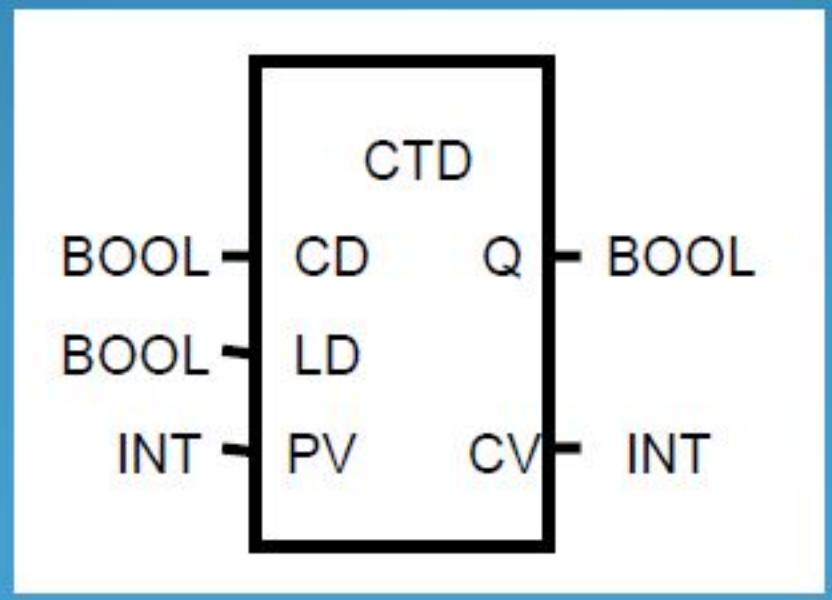


الادخال		الاخراج	
CU	نبضة العد off-> on	Q	اخراج المؤقت
R	تصفير العداد	CV	العد الحالي
PV	عندما تصل CV الى قيمة PV تصبح Q=1		



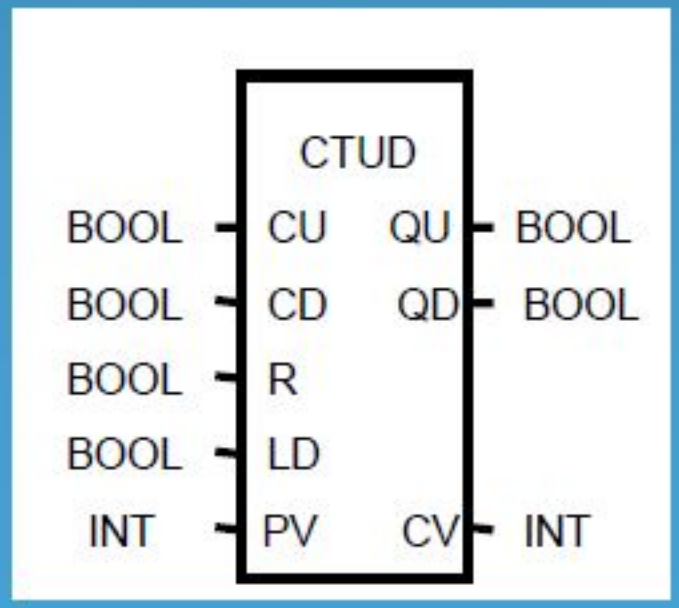
العداد التنازلي Down Counter

الادخال		الاخراج	
CD	نبضة العد off-> on	Q	اخراج المؤقت
LD	تحميل قيمة العد الابتدائي	CV	العد الحالي
PV	العد الابتدائي		



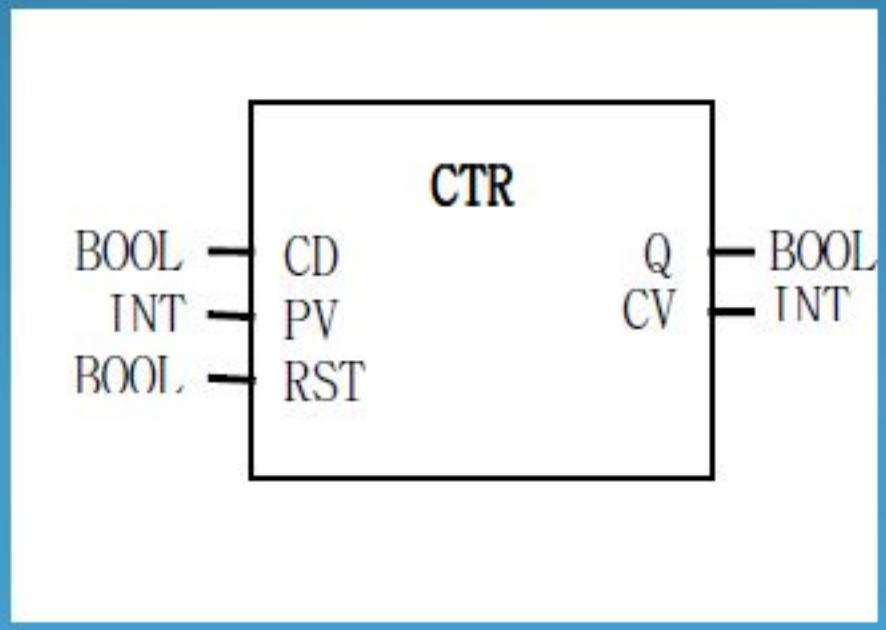
العداد التنازلي / التصاعدي Up/Down Counter

الادخال		الاخراج	
CU	نبضة العد التصاعدي off-> on	QU	اخراج المؤقت
CD	نبضة العد التنازلي off-> on	QD	اخراج المؤقت
LD	تحميل قيمة العد الابتدائي	CV	العد الحالي
PV	العد الابتدائي		
R	تصفير العداد		

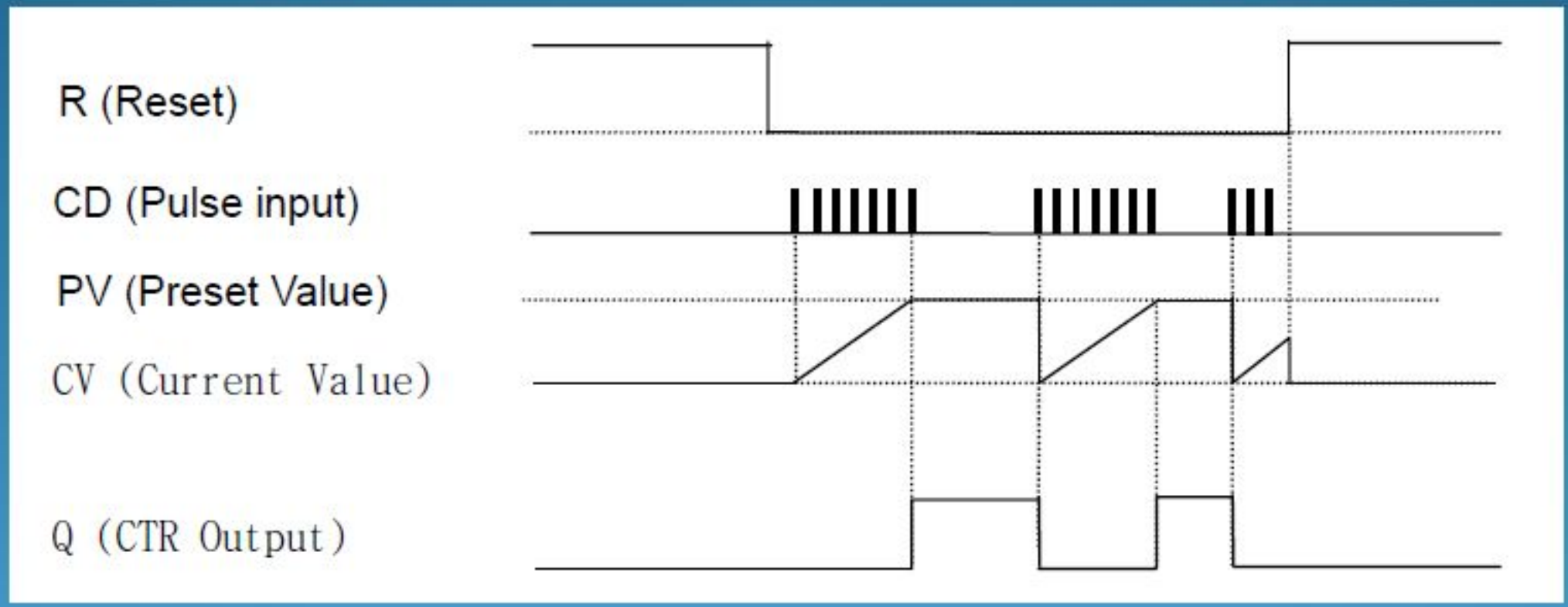


العداد الحلقي Ring Counter

الادخال		الاخراج	
CD	نبضة العد off-> on	Q	اخراج المؤقت
PV	العد الابتدائي	CV	العد الحالي
RST	تصفير العداد		



المخطط الزمني



تطبيق عملي

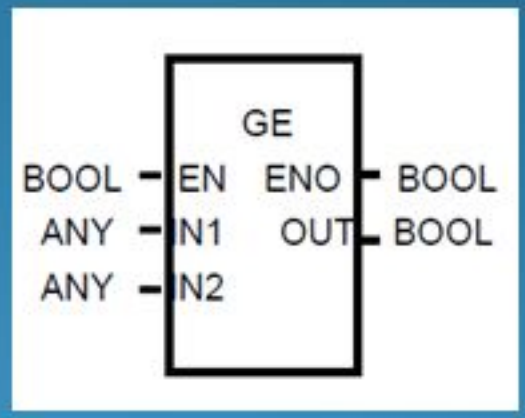
صمم مخطط سلمي لموقف سيارات سعته ١٠ سيارات يحتوي على مدخل ومخرج يوجد حساس مثبت عند كل منهما مع مصباحي اشارة الاول يؤشر عندما يكون الموقف فارغ والثاني يؤشر عندما يكون مليء.

	Variable Na	Data Type	Memory All	Initial Value	Variable Kin	Used	Comments
1	COUNT	INT	<Auto>	10	VAR		
2	EMPTY	BOOL	%QX0.0.1		VAR	*	
3	ENTRANCE	BOOL	%IX0.0.0		VAR	*	
4	EXIT1	BOOL	%IX0.0.1		VAR	*	
5	FULL	BOOL	%QX0.0.0		VAR	*	
6	INST0	FB Instance	<Auto>		VAR	*	
7	RESET	BOOL	%IX0.0.2		VAR	*	
8	X	BOOL	<Auto>	0	VAR	*	

رابعاً :-المقارن Comparison

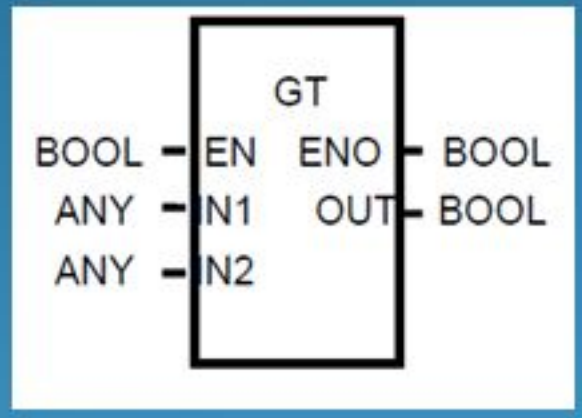
حددالمعيار الدولي المفتوح IEC 61131-3 مجموعة من الوظائف المسئوله عن المقارنه مابين قيم غير منطقيه (زمن مثلا) واصدار نتيجة منطقية وهي:

أكبر أو يساوي Greater or Equal



OUT=1 IF IN1>=IN2

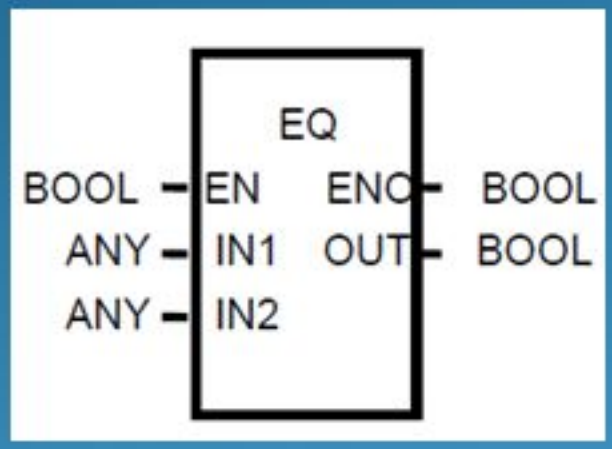
أكبر من Greater Than



OUT=1 IF IN1>IN2

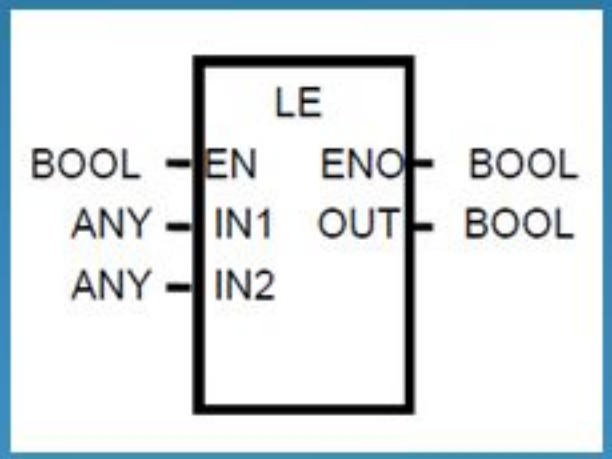
الادخال		الاخراج	
IN1	الادخال ١	OUT	اخراج المقارن
IN2	الادخال ٢	ENO	تكون ١ في حالة عدم وجود خطاء
EN	تفعيل الوظيفة		

Equal يساوي



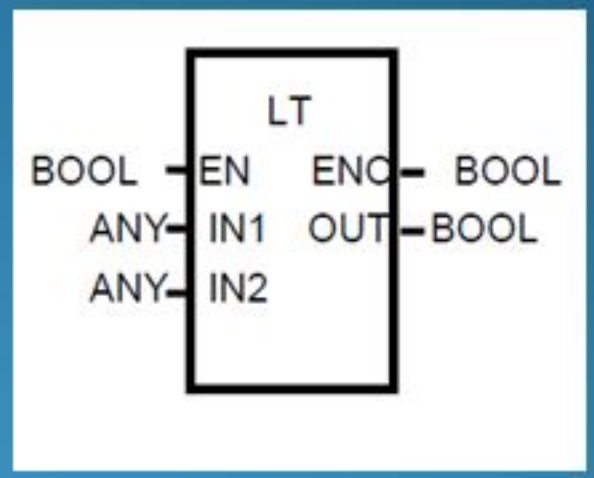
OUT=1 IF IN1 = IN2

Less or Equal أصغر أو يساوي



OUT=1 IF IN1<=IN2

Less Than أصغر من

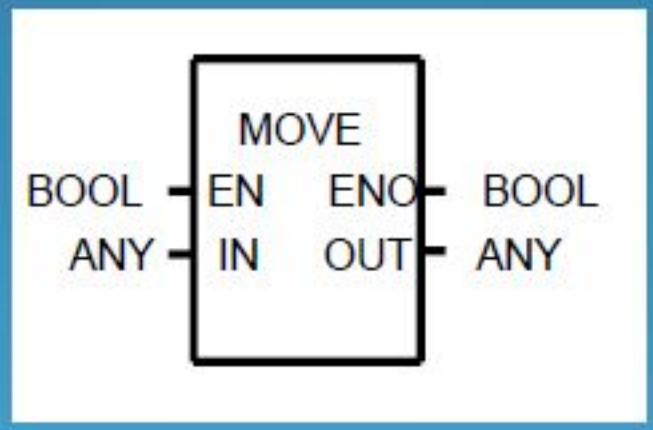


OUT=1 IF IN1<IN2

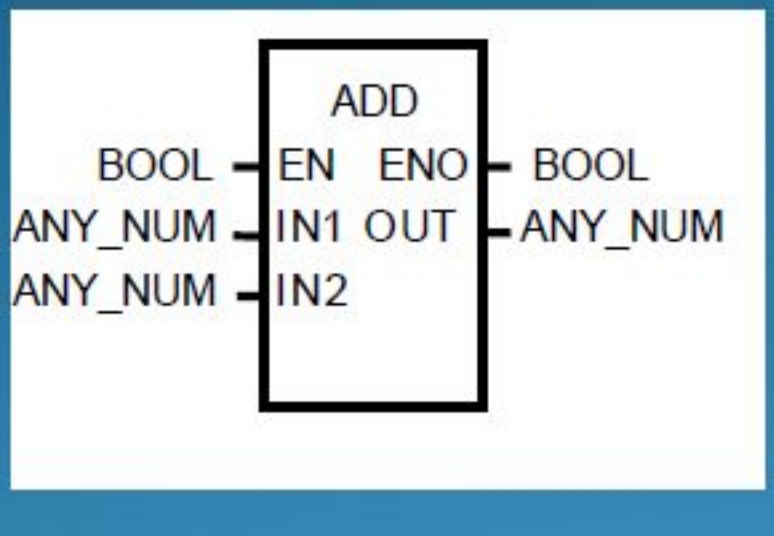
خامساً: الدوال الوظيفية الرياضية الاساسية Basic Arithmetic Function

MOVE

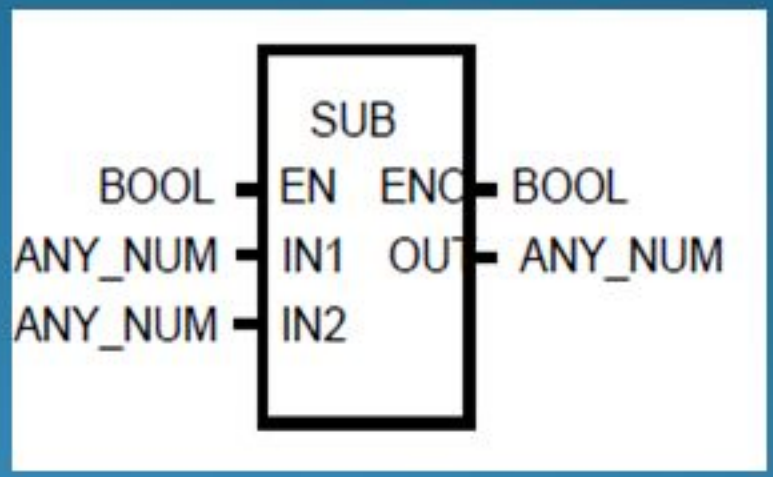
الادخال		الاخراج	
IN	القيمة المدخلة	OUT	الاخراج
EN	أشارة التفعيل	ENO	أشارة خطاء



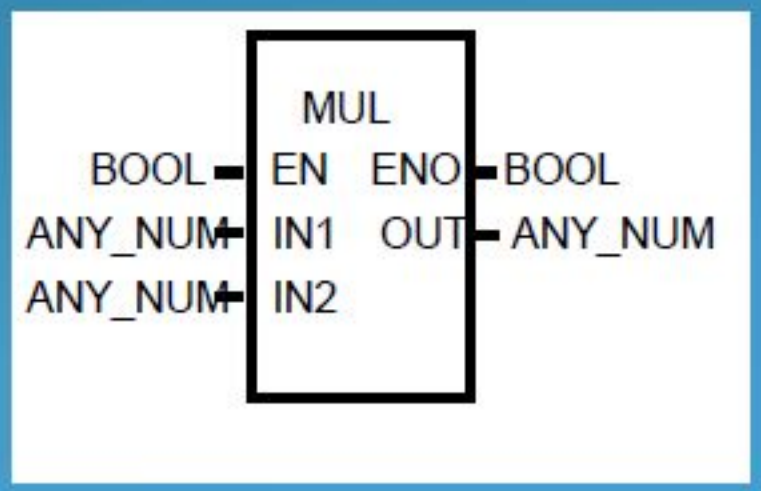
Addition



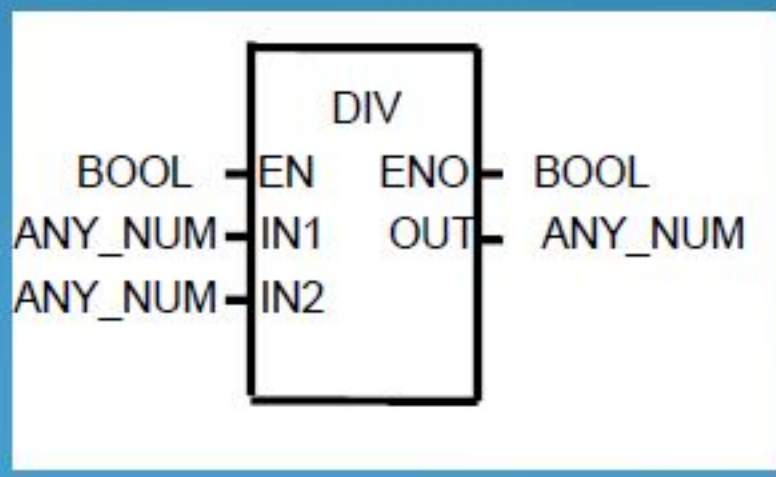
Subtraction



Multiplication



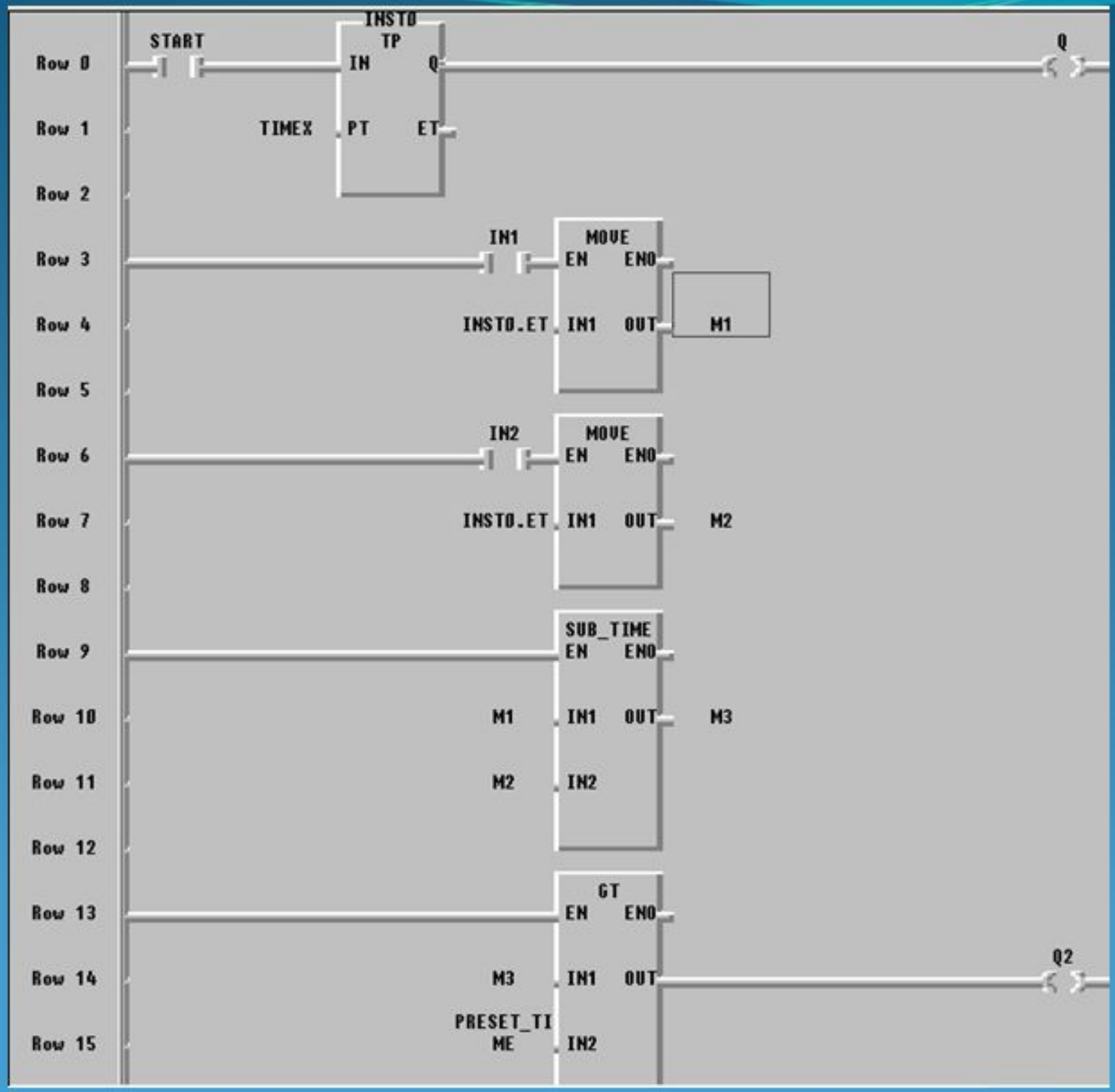
Division



تطبيق عملي

صمم مخطط سلمي لمؤقت يعطي أشارة في حالة فرق الزمن بين حدثين أكبر من ثانيتين

Variable Na	Data Type	Memory All	Initial Value	Variable Kin	Used	Comments
IN1	BOOL	%IX0.0.1		VAR	*	
IN2	BOOL	%IX0.0.2		VAR	*	
INST0	FB Instance	<Auto>		VAR	*	
M1	TIME	%MD0		VAR		
M2	TIME	%MD1		VAR	*	
M3	TIME	%MD2		VAR	*	
PRESET_TI	TIME	<Auto>	t#2s	VAR	*	
Q1	BOOL	%QX0.0.0		VAR		
Q2	BOOL	%QX0.0.1		VAR	*	
START	BOOL	%IX0.0.0		VAR	*	
TIMEX	TIME	<Auto>	t#20s	VAR	*	


Row 0
Row 1
Row 2
Row 3
Row 4
Row 5
Row 6
Row 7
Row 8
Row 9
Row 10
Row 11
Row 12
Row 13
Row 14
Row 15
START
INSTO
TP
IN
Q
Q
TIMEX
PT
ET
IN1
MOVE
EN
ENO
INSTO.ET
IN1
OUT
M1
IN2
MOVE
EN
ENO
INSTO.ET
IN1
OUT
M2
SUB_TIME
EN
ENO
M1
IN1
OUT
M3
M2
IN2
GT
EN
ENO
Q2
M3
IN1
OUT
PRESET_TI
ME
IN2