Dr. Engineer Magd Nasr – 2005

أساسيات البرمجة

أســـــاسيات و أنواع البرامج

A QUICK GUIDE TO PLC PROGRAMMING

٣-١ أنواع البرامج

سنتعامل في هذا الكتاب بلغة Step - 5 الخاصة بشركة Siemens نظرا للانتشار الكبير لأجهزة Siemens في الوطن العربي و في هذه اللغة تقسم البرامج إلى :-

١-برامج خطية Linear Programs

٢-برامج مركبة Structure Programs

وحتى يتثنى لنا معرفة الفرق بين البرامج الخطية و البرامج المركبة سنتناول الأنواع المختلفة من المساحات المستخدمة في تخزين البرامج و التي تختلف باختلاف التطبيق و يطلق عليها بلوكات وهم كما يلي :-

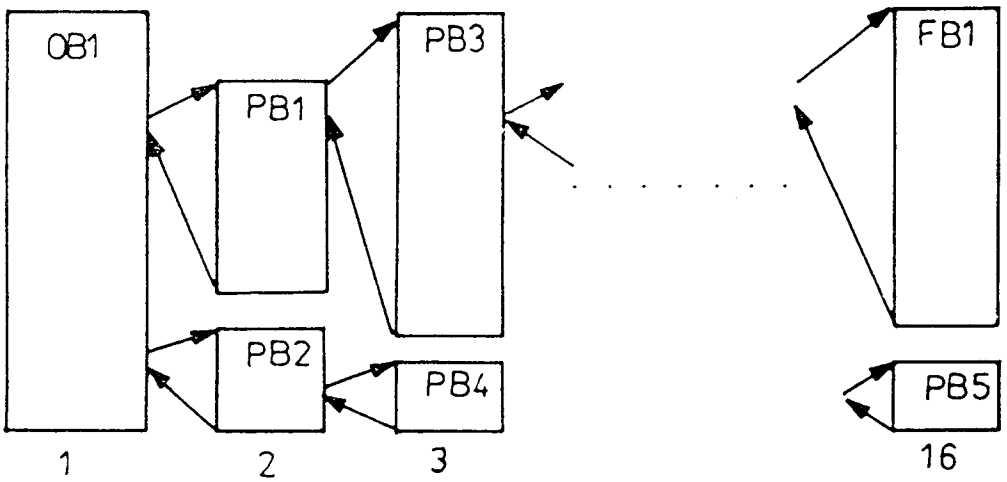
١- بلوكات تنظيمية OB'S .

٢- بلوكات برامج PB'S .

٣- بلوكات FB'S .

٤- بلوكات بيانات DB'S .

و في حالة البرامج الخطية فإن البرنامج يوضع بكامله داخل بلوك واحد أما في حالة البرامج المركبة فيستخدم عدة بلوكات مختلفة بالطريقة المبينة بالشكل (٣-١) حيث يبدأ البرنامج من البلوك التنظيمي OB 1 و بواسطة عمليات القفز المشروط والغير مشروط يمكن القفز إلى بلوكات برامج PB'S أو بلوكات وظيفية FB'S وذلك من بلوك لأخر و كذلك يمكن استدعاء أي بلوك بيانات للحصول على بعض كلمات البيانات المخزنة فيه بحيث يكون أقصى عدد للمستويات في البرنامج المركب 16 مستوى .



الشكل (٣-١)

والجدول(٣-١) يعرض العمليات المختلفة التي يمكن إجراؤها والبلوكات التي يمكن أن تجري فيها.

الجدول (٣-١)

نوع العملية	نوع البلوك	نوع العملية	نوع البلوك
العمليات الثنائية	OB,PB,FB	استدعاء بلوكات البيانات	OB,PB,DB
القلابات	OB,PB,FB	تخزين البيانات	DB
المؤقتات الزمنية	OB,PB,FB	العمليات المنطقية	OB,PB,FB
العدادات	OB,PB,FB	عمليات الإزاحة	FB
عمليات التحميل والنقل	OB,PB,FB	عمليات الزيادة بـ(1:255)	FB
علميات المقارنة	OB,PB,FB	عمليات النقصان بـ(1:255)	FB
الجمع و الطرح	OB,PB,FB	حاكم تناسب تفاضلي تكاملي PID	OB 251
الضرب	FB 242	التوقف عند تلف البطارية	OB 34
القسمة	FB 243	التوقف عند انقطاع التيار ثم عودته	OB 21 ,OB 34
قراءة القيم المداخل التناظرية	FB 250		

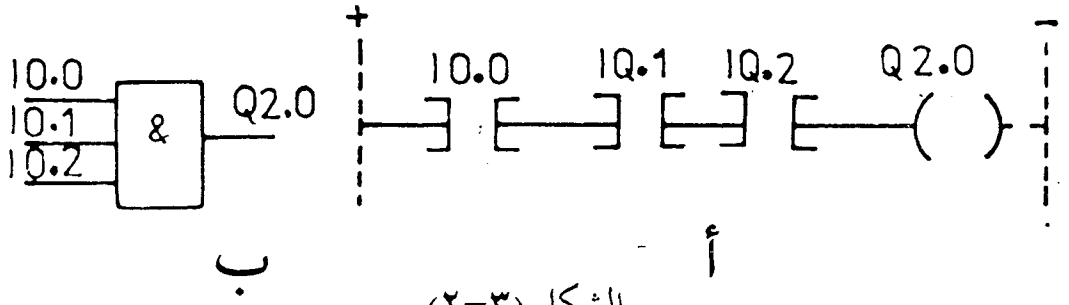
نوع العملية	نوع البلوك
إخراج قيم المخارج التناظرية	FB 251
تحويل الكود	FB 240,FB 241
القفز داخل البرنامج	FB
القفز من بلوك لآخر	OB,PB,FB

٣-٢ العمليات المنطقية الثنائية Binary Logic Operation

وهي العمليات التي كانت تجرى في نظم التحكم بالريليهات الكهرومغناطيسية مثـــل بوابـــة NOT وبوابة YES و بوابة AND و بوابة OR و القلاب R-S (Flip Flop) .

٣-٢-١ بوابة AND

الشكل (٣-٢) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) و الشكل المنطقي CSF (ب) لبوابة AND بثلاثة مداخل و هم I 0.2, I 0.1, I 0.0 والمخرج Q2.0



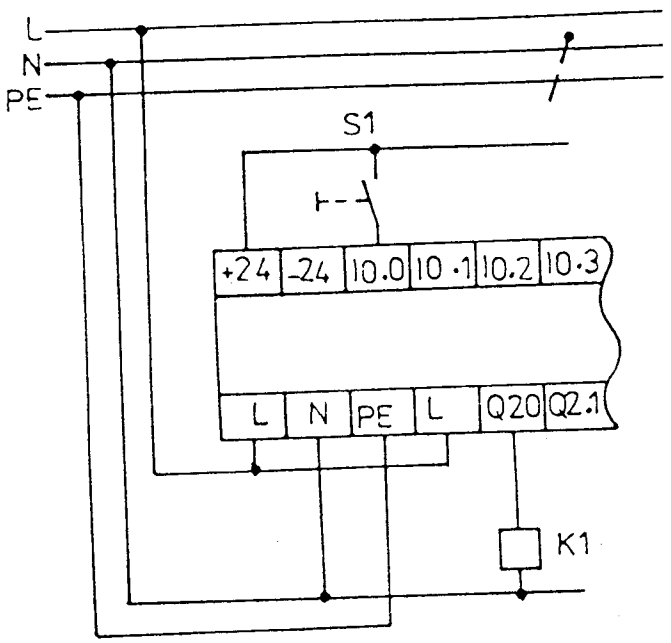
الشكل (٣-٢)

و فيما يلي قائمة الجمل STL :-

البيانات	العملية
I 0.0	A
I 0.1	A
I 0.2	A
Q2.0	=

والشكل (٣-٣) مخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام ثلاثـــة أجـــهزة مداخـــل وهـــم S1,S2,S3 و الكونتاكتور K1 كجهاز مخارج فعند الضغط على الضواغـط S1,S2,S3 في آن واحد يصل جهد كهربي و مقداره 24 V+ إلى المداخل I 0.0,I 0.1, I0.2 لجـهاز PLC فتنعكس حالة في المداخل في الشكل السلمي فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة فيمر تيار كهربي مـــن

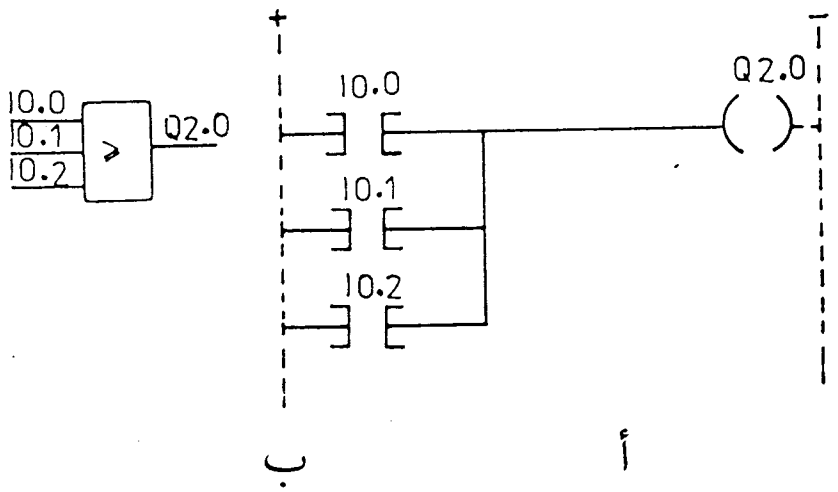
القطب الموجب إلى القطب السالب فيعمل الريلاي الداخل Q2.0 لجهاز PLC ويصبح جهد المخرج Q 2.0 مساويا لجهد الوجه L فيكتمل مسار التيار لملف الكونتاكتور K1 ويعمل الكونتاكتور ولكن بمجرد إزالة الضغط عن أحد الضواغط الثلاثة ينقطع مسار التيار للمخرج Q 2.0 وتباعا يصبح جهد المخرج Q2.0 صفرا وينقطع مسار الكونتاكتور K1.



الشكل (٣-٣)

٣-٢-٢ بوابة OR

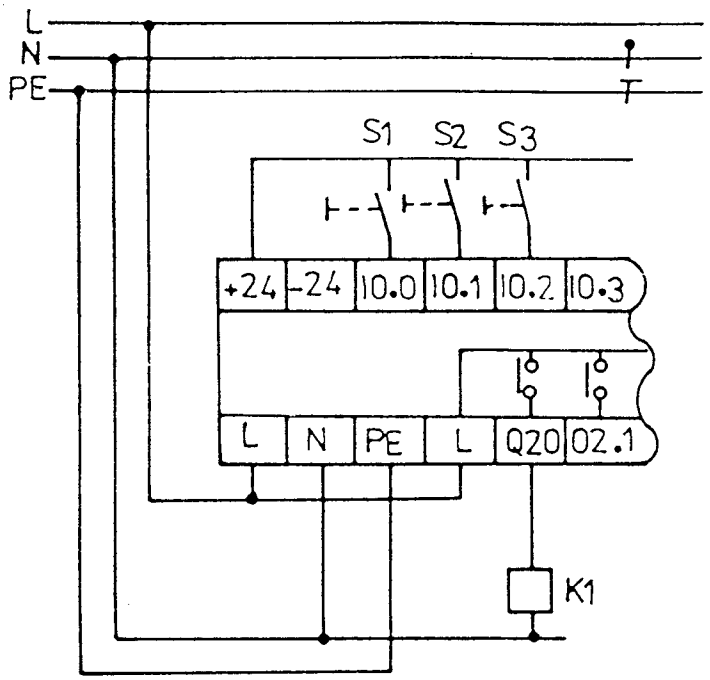
الشكل (٣-٤) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لبوابة OR بثلاثة مداخل وهي I 0.0,I 0.1,I 0.2 والمخرج Q 2.0 .



الشكل (٣-٤)

وفيما يلي قائمة الجمل لبوابة OR :-

	I 0.0
O.	I 0.1
O.	I 0.2
O.	Q 2.0
=	

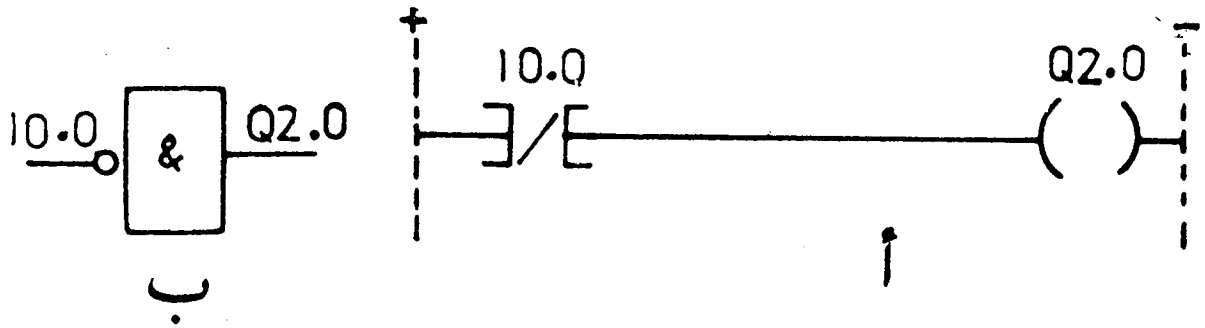


الشكل (٣-٥)

وفي مخطط التوصيل مع جهاز PLC . نستخدم ثلاثة أجهزة مداخـــل و هـــم S1,S2,S3 و الكونتـــاكتور K1 كجهاز مخرج كما هو مبـــين بالشـــكل (٣-٥) و يكتمل مسار الكونتـــاكتور K1 عند الضغط على أحد الضواغـــط S1,S2,S3 على الأقل .

٣-٢-٣ بوابة النفي NOT

الشكل (٣-٦) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) و الشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لبوابة النفي NOT لها المدخل I 0.0 و المخرج Q 2.0 .



الشكل (٣-٦)

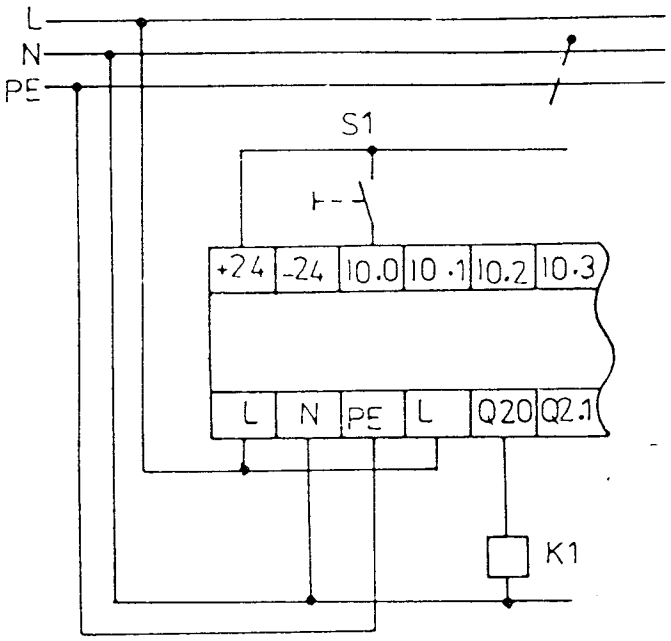
وفيما يلي قائمة الجمل لبوابة النفي :-

البيانات	العملية
I 0.0	AN
Q 2.0	=

والشكل (٣-٧) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC باســـتخدام الضـــاغط S1 كمدخـــل والكونتاكتور K1 كمخرج .

ويعمل الكونتاكتور K1 بمجرد توصيل التيار الكهربي لجهاز PLC وعمل تشغيل RUN للجهاز.

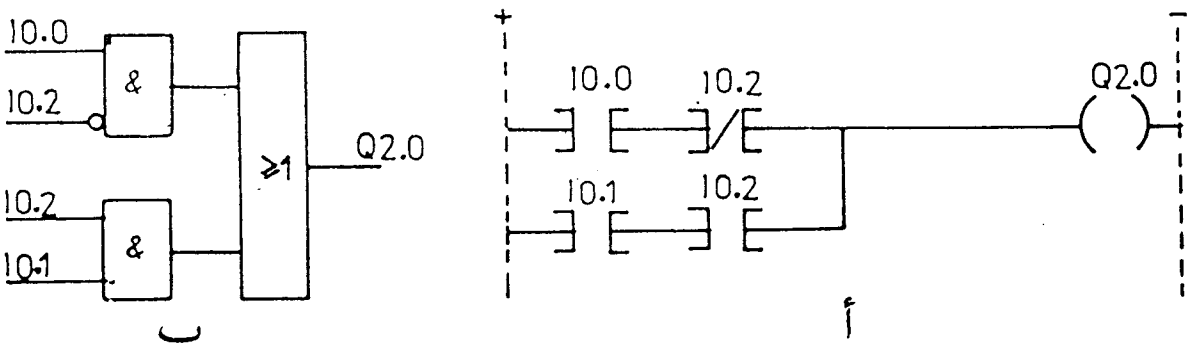
ولكن عند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.0 فتنعكس حالة المدخل I 0.0 في الشكل السلمي فتفتح الريشة المغلقة وينقطع مسار تيار المخرج Q2.0 ومن ثم ينقطع التيار الكهربي عن الكونتاكتور K1 .



الشكل (٣-٧)

٣-٢-٤ دائرة مركبة من بوابتين AND و بوابة OR

الشكل (٣-٨) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لدائرة مركبة من بوابتين AND وبوابة OR .



الشكل (٣-٨)

وفيما يلي قائمة الجمل بطريقتين مختلفتين :-

الطريقة الأولى :-

البيانات	العملية	البيانات	العملية
I 0.1	A	I 0.0	A
I 0.2	A	I 0.2	AN
Q 2.0	=		O

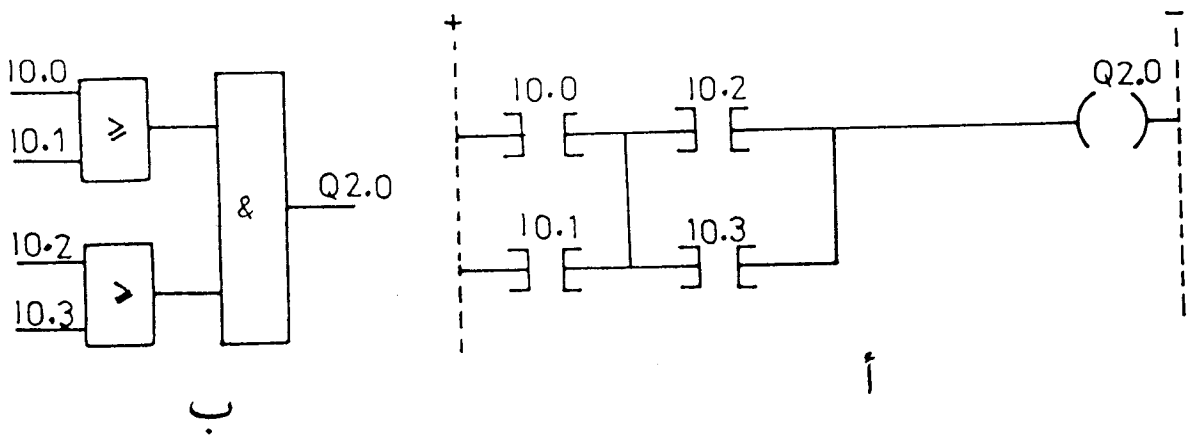
الطريقة الثانية :-

البيانات	العملية	البيانات	العملية
I 0.1	A		O(
I 0.2	A	I 0.0	A
	)	I 0.2	AN
Q 2.0	=		)
			O(

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة باستخدام ثلاثة ضواغط S1,S2,S3 والكونتاكتور K1 ويتم توصيلهم بجهاز PLC تماما كما هو مبين بالشكل (٣-٥) والجدير بالذكر أن حالة المخرج Q2.0 تكون 1 عندما تكون حالة المدخل I 0.0 مساوية 1 أو عندما تكون حالة كلا من I0.1,I0.2 مساوية 1 ويحدث ذلك عند الضغط على الضاغط S1 أو الضواغط S2,S3 أو جميع الضواغط S1,S2,S3 .

٣-٢-٥ دائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND

الشكل (٣-٩) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) وذلك لدائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND .



الشكل (٣-٩)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

البيانات	العملية
	A(
I 0.0	ON

العملية	البيانات
O.	I 0.1
)	
A(	
O.	I 0.2
O.	I 0.3
=	Q2.0

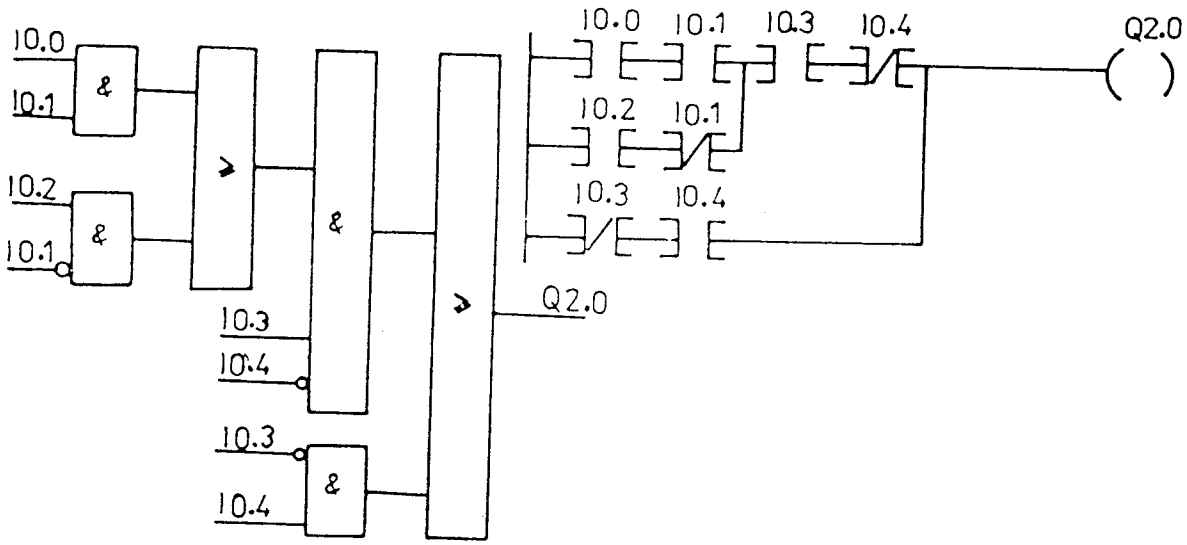
ويمكن تنفيذ هذه الدائرة المركبة باستخدام أربعة ضواغط مفتوحة S1,S2,S3,S4 توصل بالمداخل I 0.3,I 0.2,I 0.1,I 0.0 و الكونتاكتور K1 يوصل بالمخرج Q 0.2 . و الجدير بالذكر أن حالة المخرج Q 2.0 تكون 1 في عدة حالات منها عندما تكون حالة المدخل I0.2 مساوية 1 أو حالة المداخل I 0.3 , I 0.1 مساوية 1 ويحدث ذلك بالضغط على الضاغط S3 أو الضاغطين S4, S2 .

ملاحظة هامة :-

- تستخدم)A لعمل AND لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية السابقة RLO.
- تستخدم)O لعمل OR لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية السابقة RLO .
- تستخدم O لعمل OR بين بوابتين AND .

٣-٢-٦ دائرة مركبة تتكون من ستة بوابات

الشكل (٣-١٠) يعرض الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF الشكل (ب) لدائرة مركبة تتكون من أربعة بوابات AND وبوابتين OR .



الشكل (٣-١٠)

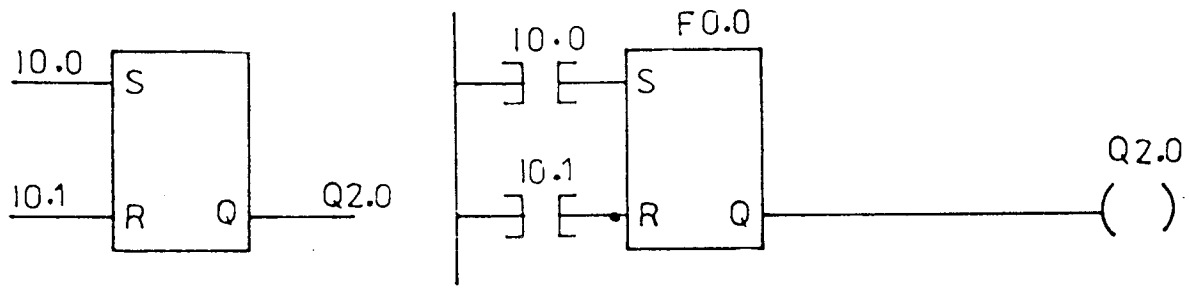
وفيما يلي قائمة الجمل :-

البيانات	العملية	البيانات	العملية
	)		O(
I 0.3	A		A(
I 0.4	AN	I 0.0	A
	)	I 0.1	A
	O(		O
I 0.3	AN	I 0.2	A
I 0.4	A	I 0.1	AN
	)		

و يمكن تنفيذ هذه الدائرة باستخدام خمس ضواغط بريش مفتوحة وهم S1,S2,S3,S4,S5 موصلة مع المداخل I 0.0,I 0.1,I 0.2,I 0.3,I 0.4 و الكونتاكتور K 1 موصل مع المخرج Q 2.0 . ويعمل K1 عند وصول إشارة عالية للمداخل I 0.0,I 0.1,I 0.3 او المداخل I 0.2,I0.3 أو المدخل I 0.4 .

٣-٢-٧ القلاب RS Flip Flop RS

الشكل (٣-١١) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقيCSF(الشكل ب) لقلاب RS بأفضلية للتحرير .

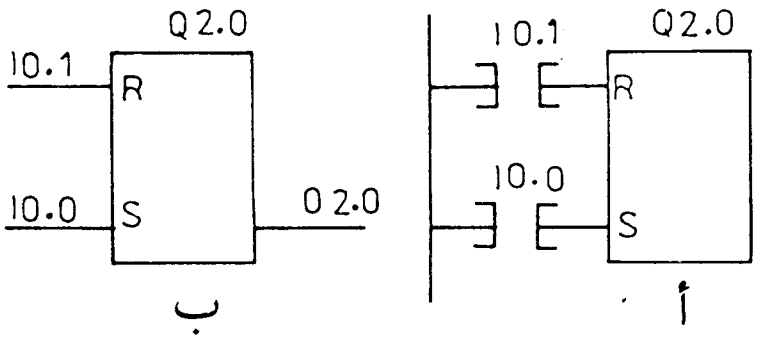


الشكل (٣-١١)

وفيما يلي قائمة الجمل STL :-

المعاملات	العملية	المعاملات	العملية
F 0.0	R	I 0.0	A
F 0.0	A	F 0.0	S
Q 2.0	=	I 0.1	A

فعند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.0 تصل إشارة عالي لمدخل الإمساك S للقلاب فتكـــون حالة الذاكرة الداخلية F0.0 مساوية 1 حتى ولو أصبحت حالة المدخل I 0.0 مساوية 0 و لكن بمجرد وصول إشارة عالية المدخل I 0.1 تصل إشارة عالية تحرير القلاب ، فتصبح حالـــة F0.0 مساوية 0 علما بأنة عند وصول إشارتين عاليتين للمدخلين I 0.0,I 0.1 تظل حالة العلم F 0.0 مساوية 0 لأن هذا القلاب بأفضلية للتحرير RESET علما بأن حالة المخرج Q2.0 تكـــون عالية طالما أن حالة القلاب F 0.0 مساوية 1 . والشكل (٣-١٢) يبين صورة أخرى لقلاب R-S ذات الأفضلية للتحرير بدون استخدام وحدة ذاكرة داخلية ولتنفيذ هذا القلاب يتـــم توصيـــل الضاغط S1 مع I 0.0 و الضاغط S2 مع I 0.1 والكونتاكتور K1 مع المخرج Q 2.0 .



الشكل (٣-١٢)

وفيما يلي قائمة الجمل STL :-

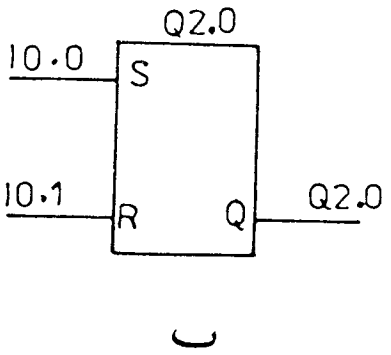
العملية	المعامل
A	I 0.0
S	Q2.0
A	I 0.1
R	Q2.0

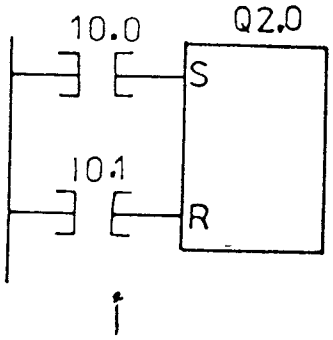
فعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.0 فيحدث إمساك للقلاب Q2.0 و تصبح حالته 1 وعند الضغط على الضاغط S2 تصل إشارة عالية للمدخل I 0.1 فيحدث تحرير للقلاب Q 2.0 وتصبح حالته 0 ويعمل الكونتاكتور K1 عندما تكون حالته Q2.0 مساوية 1 وعند الضغط على الضاغطين S1,S2 في آن واحد تصل إشارتين عاليتين لكلا من I 0.1, I 0.0 و نظرا لأن الأفضلية للتحرير لذلك تظل حالة القلاب Q 2.0 مساوية 0 .

والشكل (٣-١٣) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF بأفضلية للإمساك .

وفيما يلي قائمة الجمل STL

العملية	المعامل
A	I 0.1
R	Q 2.0
A	I 0.0
S	Q 2.0





الشكل (٣-١٣)

وتختلف نظرية تشغيل قلاب R-S بأفضلية الإمساك عن قلاب R-S بأفضلية التحرير عدا أنه عند الضغط على الضاغطين S1,S2 تصل إشارتين عاليتين للمدخلين I0.0, I0.1 ففي حالة قلاب R-S بأفضلية للإمساك تصبح حالة القلاب Q2.0 مساوية 1 و بالتالي يعمل K 1 .

٣-٣ المؤقتات الزمنية Timers

تعتبر المؤقتات الزمنية هي أحد البلوكات الوظيفية المتاحة في أجهزة PLC و هناك خمسة أنواع من المؤقتات الزمنية و هم :-

١- مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل On - Delay Timer

٢- مؤقت زمني نبضي Pulse Timer

ويكتب زمن التأخير المؤقت بصورة KT X.Y ويمكن تعيين قيمة الزمن من العلاقة :-

$$T = X.(T_B)$$

ويمكن تعيين زمن الأساس T_B بدلالة Y من الجدول (٣-٢) .

الجدول (٣-٢)

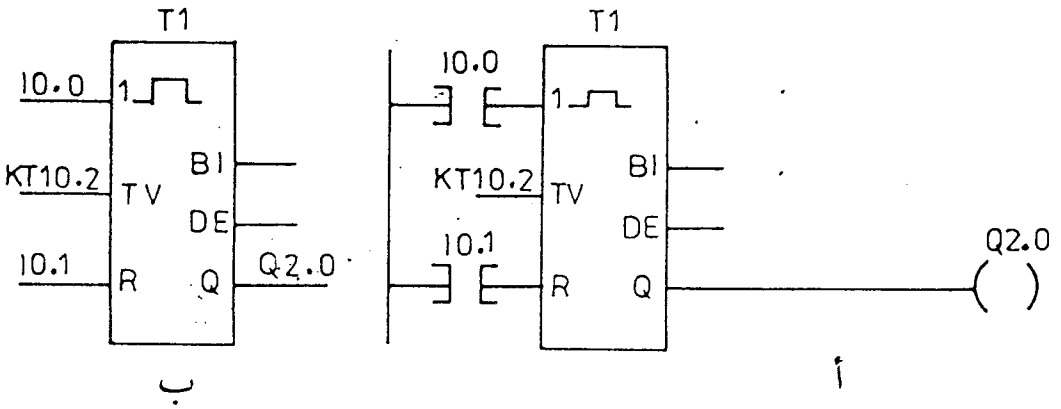
Y	0	1	2	3
T_B	0.01 S	0.1 S	1 S	10 S

و في هذه الحالة فإن زمن المؤقت يساوي :-

$$T = 10 * 1\ S = 10\ S$$

٣-٣-٢ المؤقت الزمني النبضي Pulse Timer

الشكل (٣-١٦) يعرض الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لمؤقت زمني نبضي له خرج خانة واحدة Bit

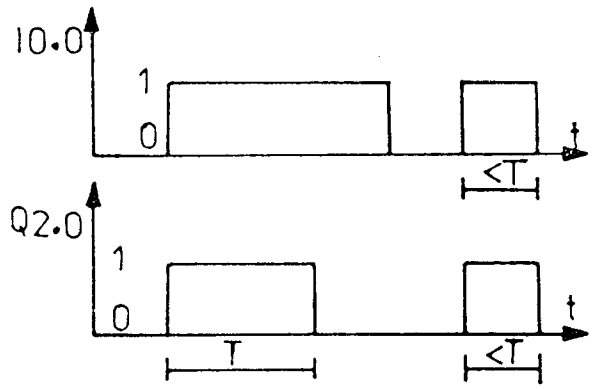


الشكل (٣-١٦)

وفيما يلي قائمة الجمل STL

العملية	المعاملات
A	I 0.0
L	KT 10.2
SP	T1
A	I 0.1
R	T1
A	Y1
=	Q2.0

و يلاحظ أن قائمة الجمل لا تختلف عن المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل إلا في وظيفة المؤقت SPT 1بدلا من SDT 1 . والشكل (٣-١٧) يبين المخطط الزمني للمؤقت النبضي



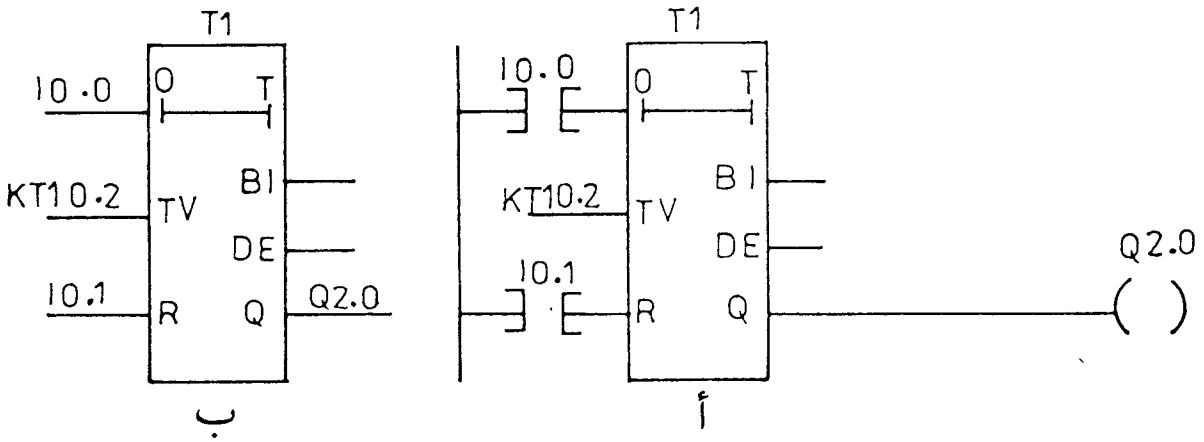
الشكل (٣-١٧)

فعندما تكون حالة المدخل I 0.0 عاليـــة لمدة أكبر من زمن النبضة T المعاير عليـــها المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليا لمدة زمنية T .

وعند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالـــة المخـــرج Q2.0 مساوية 0فورا

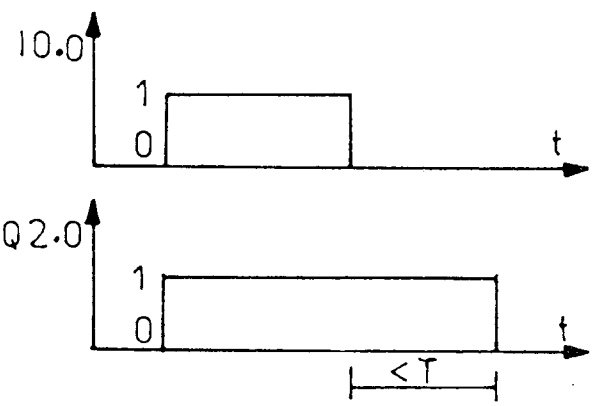
٣-٣-٣ المؤقت الزمني الذي يؤخر عند الفصل Off Delay Timer

الشكل (٣-١٨) يعرض الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF(الشـــكل ب) لمؤقت زمني يؤخر عند الفصل له خرج خانة .



الشكل (٣-١٨)

و لا تختلف قائمة الجمل STL عن القوائـــم للمؤقتات السابقة إلا في وظيفة المؤقت والـــتي تكون SFT 1 . و الشكل (٣-١٩) يبـــين المخطط الزمني للمؤقت الذي يؤخـــر عنـــد الفصل فبمجرد وصول إشارة عالية للمـــدخل I 0.0 تصبح حالة Q2.0 عاليـــة و عندمـــا تصبح حالة المدخل I 0.0 مساوية 0 تظـــل حالة المخرج Q2.0 عالية لمدة زمنية مقدارها T



الشكل (٣-١٩)

وذلك عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I 0.1 تصبح حالة المخرج Q 2.0 مساوية 0 فور

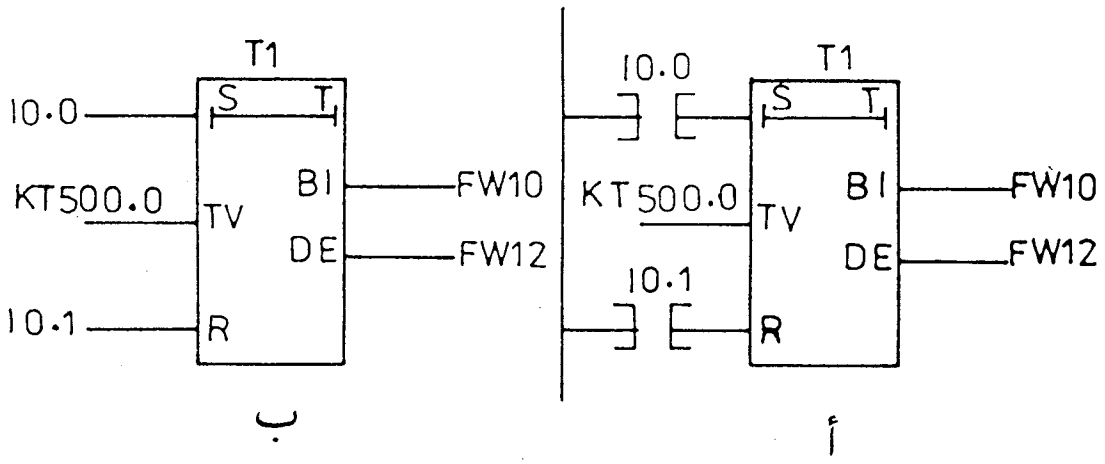
٣-٣-٤ المؤقت الزمني النبضي الممتد Extended Pulse Timer

هو حالة خاصة من المؤقت النبضي فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I 0.0 ولو للحظة تخرج نبضة كاملة من المخرج Q 2.0 و لا يختلف المؤقت الزمني النبضي الممتد عن العادي إلى في الوظيفة و التي تكون SET 1 بدلا من SPT 1 .

٣-٣-٥ المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل بإمساك Latching On Delay

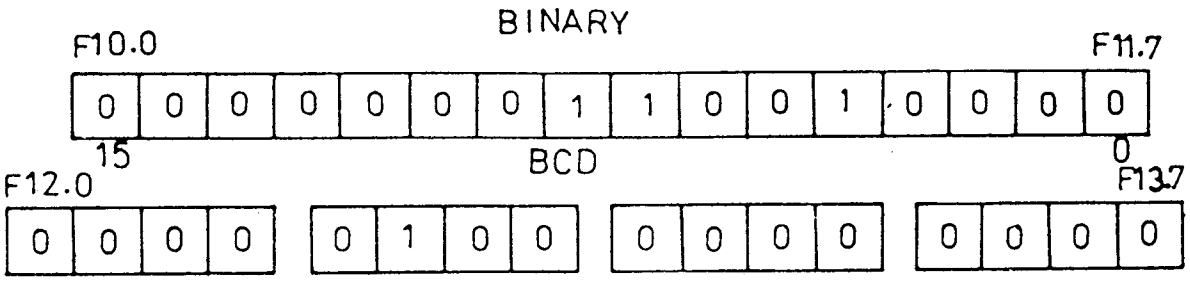
المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل بإمساك هو حالة خاصة من المؤقت الذي يؤخر عند التوصيل فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I 0.0 ولو للحظة تصبح حالة المخرج Q 2.0 عالية بعد تأخير زمني مقداره T و لا يختلف المؤقت الزمني بإمساك عن العادي إلا في الوظيفة والتي تكون SST1 بدلا من SDT 1 .

و الجدير بالذكر أن جميع المؤقتات لها خرج ثنائي BCD على المخرج DE و الشكل (٣-٢٠) يبين الشكل السلمي(أ) والمنطقي (ب) لمؤقت زمني يؤخر عند التوصيل بإمساك له خرج ثنائي على كلمة البيانات FW10 وخرج على المخرج العشري المكود ثنائيا على كلمة البيانات FW12 .



الشكل (٣-٢٠)

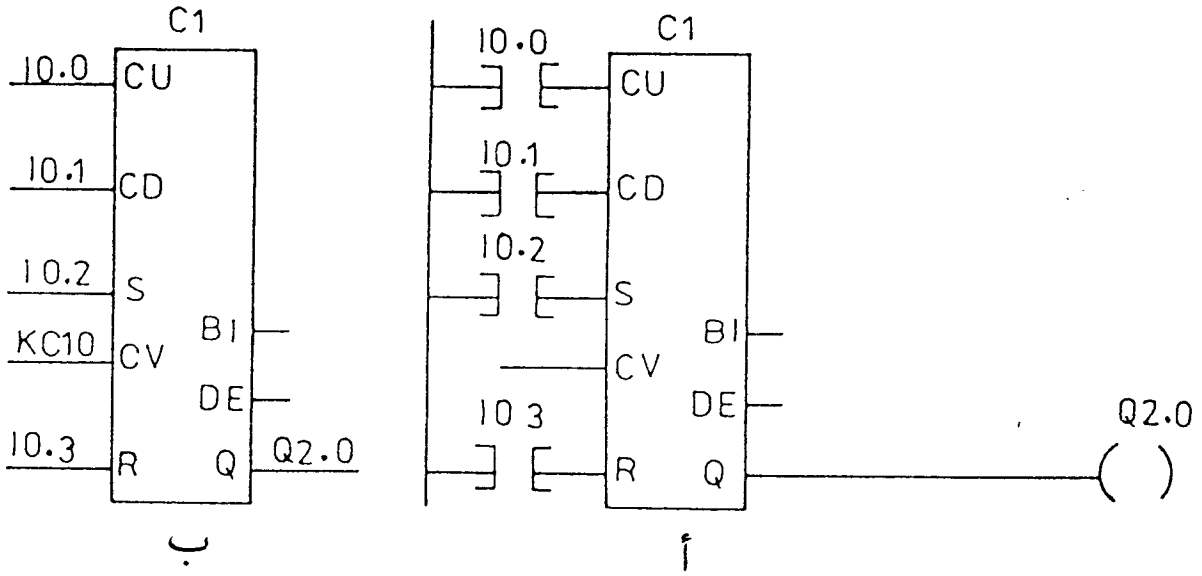
والجدير بالذكر أن قيمة خرج المؤقت على المخارج DE , BI تمثل القيمة الجارية للمؤقت علما بأنه في بادئ التشغيل تكون القيمة الجارية للمؤقت هي الزمن الكلي فمثلا في الحالة التي بصددها تكون 500 و بعد مرور 0.01 S ثانية تصبح 499 و بعد مرور 0.01 S ثانية أخرى تصبح 498 و هكذا حتى تصبح صفرا بعد مرور خمس ثواني من بداية التشغيل والشكل (٣-٢١) يبين كلا من FW 10 , FW 12 عندما كانت القيمة الجارية للمؤقت 400 .



الشكل (٣-٢١)

٣-٤ العدادات Counters

الشكل (٣-٢٢) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) والشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لعداد يمكن تشغيله تصاعديا من المدخل I 0.0 و تنازليا من المدخل I 0.1 ويتم تحميله بالعدد 10 من المدخل I 0.1 و يتم تحريره من المدخل I 0.3 .



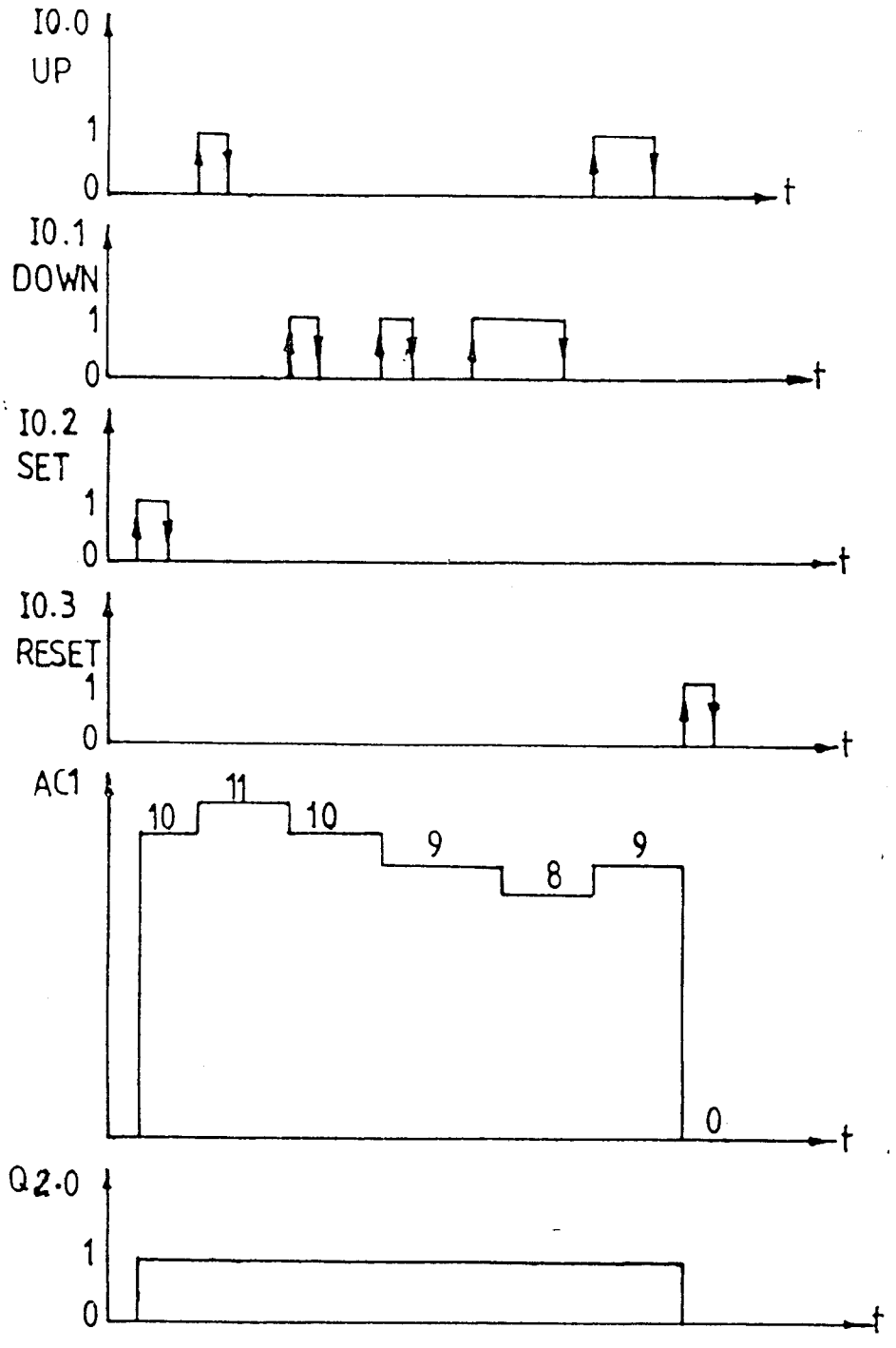
الشكل (٣-٢٢)

وفيما يلي قائمة الجمل STL

البيانات	العملية
I 0.0	A
C 1	CU
I 0.1	A
C 1	CD
I 0.2	A
KC 10	L

```
S       C 1
A       I 0.2
R       C 1
A       C 1
=       Q 2.0
```

والشكل (٣-٢٣) يبين المخطط الزمني لهذا العداد



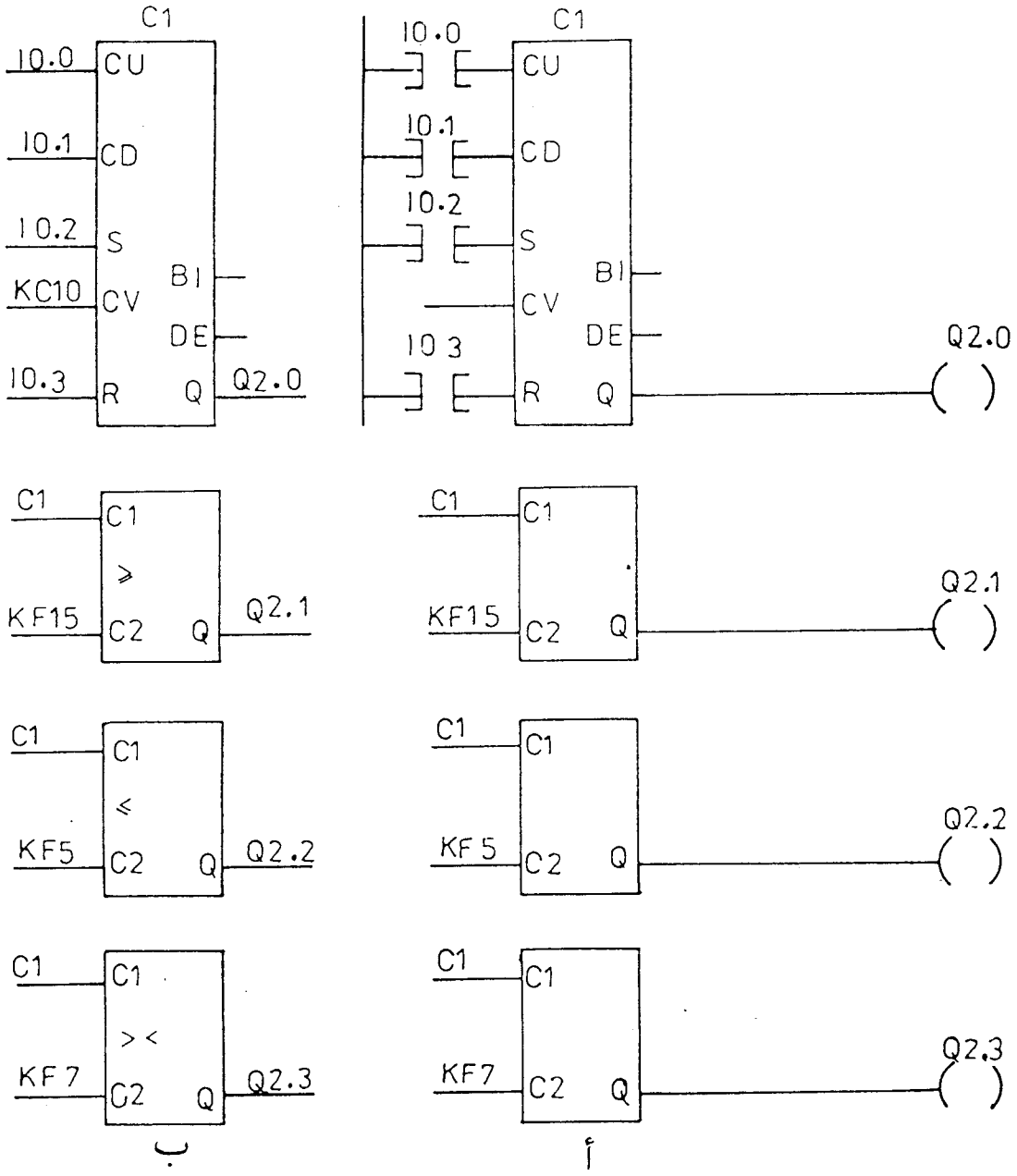
الشكل (٣-٢٣)

ويلاحظ من المخطط الزمني أنه عندما تصل إشارة 1 لمدخل الإمساك I 0.1 فإن العدد المحمل به العداد AC 1 يصبح مساويا 10 و عند وصول إشارة عالية للمدخل التصاعدي فإن العدد المحمل به العداد AC 1 يزداد بمقدار 1 و يصبح 11 و عند وصول إشارة عالية للمدخل التنازلي I 0.1 يقل العدد المحمل به العداد ليصبح مساويا 10 و عند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.1 يصبح العدد المحمل به العداد 9 وعند وصول إشارة ثالثة عالية للمدخل I 0.1 يصبح العدد المحمل به العداد 8 و عند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.0 يصبح العدد المحمل به العداد 9 و عند وصول إشارة عالية للمدخل I 0.3 يحدث تحرير للعداد أي يصبح العدد المحمل به العداد صفرا علما بأن مخرج العداد Q 2.0 تكون حالته عالية طالما أن العدد المحمل به العداد أكبر من 0 .

والجدير بالذكر أنه يمكن إخراج القيمة الجارية للعداد على المخرج الثنائي BI أو المخرج العشري المكود ثنائيا DI تماما كما هو الحال في حالة المؤقتات الزمنية فإذا كان الخرج الثنائي للعداد على FW 10 وكان الخرج العشري المكود ثنائيا للعداد على FW 12 وكانت القيمة الجارية للعداد 400 فإنه يمكن معرفة محتويات FW 12 , FW 10 من الشكل (٣-٢١) .

٣-٥ عمليات المقارنة Comparing

يمكن إجراء عمليات مقارنة تساوي أو أكبر من أو أصغر من أو عدم تساوي أو أكبر من أو يساوي أو أصغر من أو يساوي بين أي ثابتين و الشكل (٣-٢٤) يبين الشكل السلمي LAD (الشكل أ) و الشكل المنطقي CSF (الشكل ب) لعمليات مقارنة أكبر من أو يساوي =< أو أصغر من أو يساوي => أو عدم تساوي <> بين العدد المحمل به العداد C1 مع ثوابت مختلفة حيث تكون حالة المخرج Q 2.0 عالية عندما يكون العداد محمل بأي عدد و تكون حالة المخرج Q 2.1 عالية عندما يكون العداد محمل بعدد أكبر من أو يساوي 15 و تكون حالة المخرج Q2.2 عالية عندما يكون العداد محمل بعدد أصغر من أو يساوي 5 وتكون حالة المخرج Q 2.3 عالية عندما يكون العداد محمل بعدد لا يساوي 7 . و يمكن التحكم في قيمة العدد المحمل به العداد C 1 بواسطة التحكم في عدد المداخل I 0.0,I 0.1,I 0.2,I 0.3 كما سبق



الشكل (٣-٢٤)

و فيما يلي قائمة الجمل STL :-

البيانات	العملية	البيانات	العملية
	>= F	I 0.0	A
Q 2.1	=	C 1	CU
C 1	L	I 0.1	A
KF 5	L	C 1	CD
	<= F	I 0.2	A
Q 2.2	=	KC 10	L
		C 1	S
C 1	L	I 0.3	A

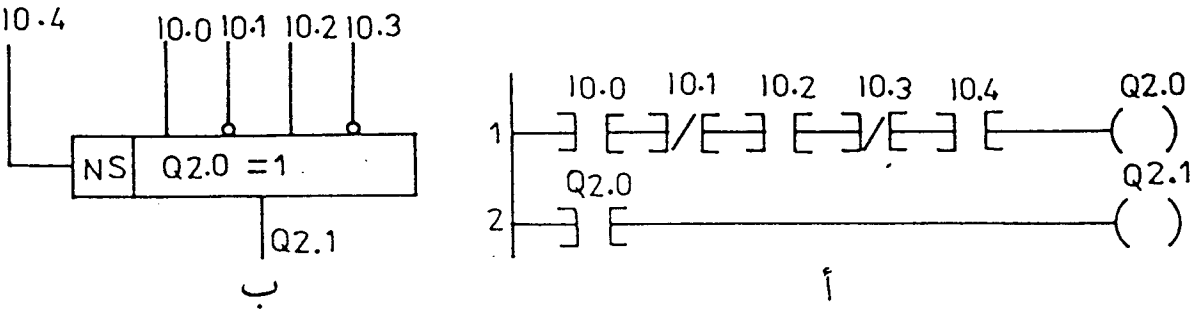
R	C 1	L	KF 7
L	C 1	<> F	
L	KF 15	=	Q 2.3

٣-٦ خريطة التشغيل التتابعي Grafcet

تعتبر خريطة التشغيل التتابعي Grafcet أحد لغات أجهزة PLC ولكننا في هذه الفقرة سنتناولها من أجل تسهيل عملية استنتاج الشكل السلمي للعمليات الصناعية التي تتكون من مجموعة من المراحل المتعاقبة . و تكتب أوامر التشغيل في خريطة التشغيل التتابعي داخل مستطيل ضلعه العلوي و الجانبي جهة اليسار تخص المداخل و ضلعه السفلي والجانبي جهة اليمين تخص المخارج ، و يكتب داخل المستطيل جهة اليسار نوع الأمر و داخل المستطيل يكتب تفصيل الأمر وفي الفقرات التالية أهم الأوامر المستخدمة في خريطة التشغيل التتابعي .

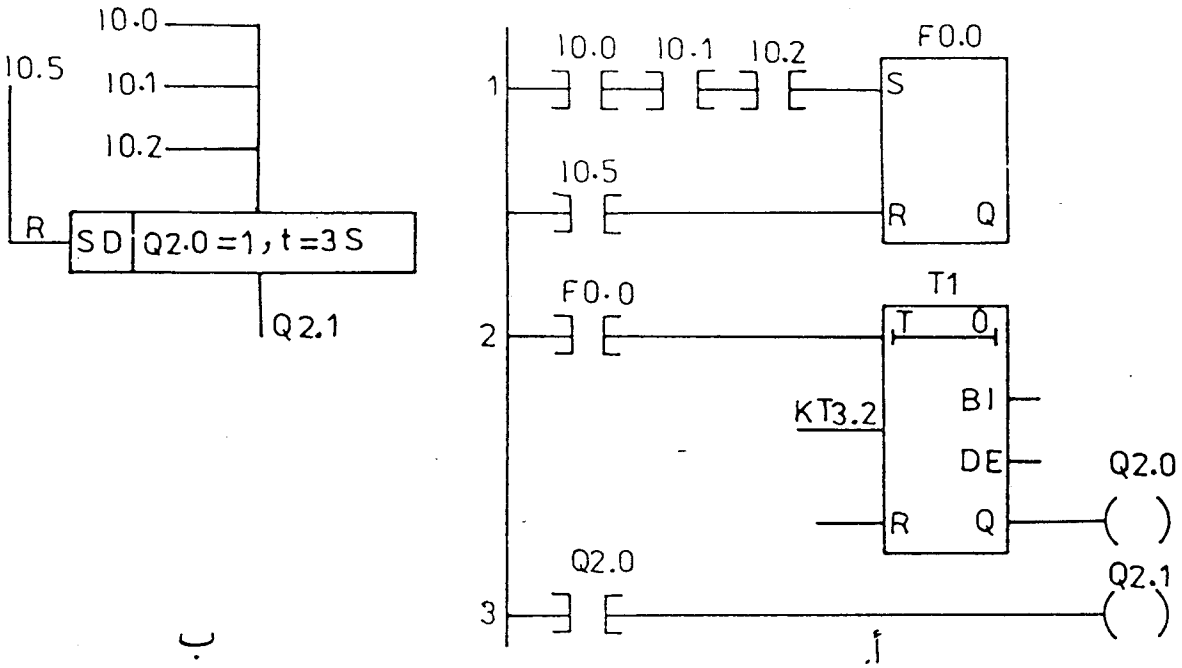
٣-٦-١ بدون تخزين NS

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط والشكل (٣-٢٥) يبين مثالا لهذا الأمر ففي الشكل (أ) الشكل السلمي المكافئ و في الشكل (ب) شكل الأمر في خريطة التشغيل التتابعي .



الشكل (٣-٢٥)

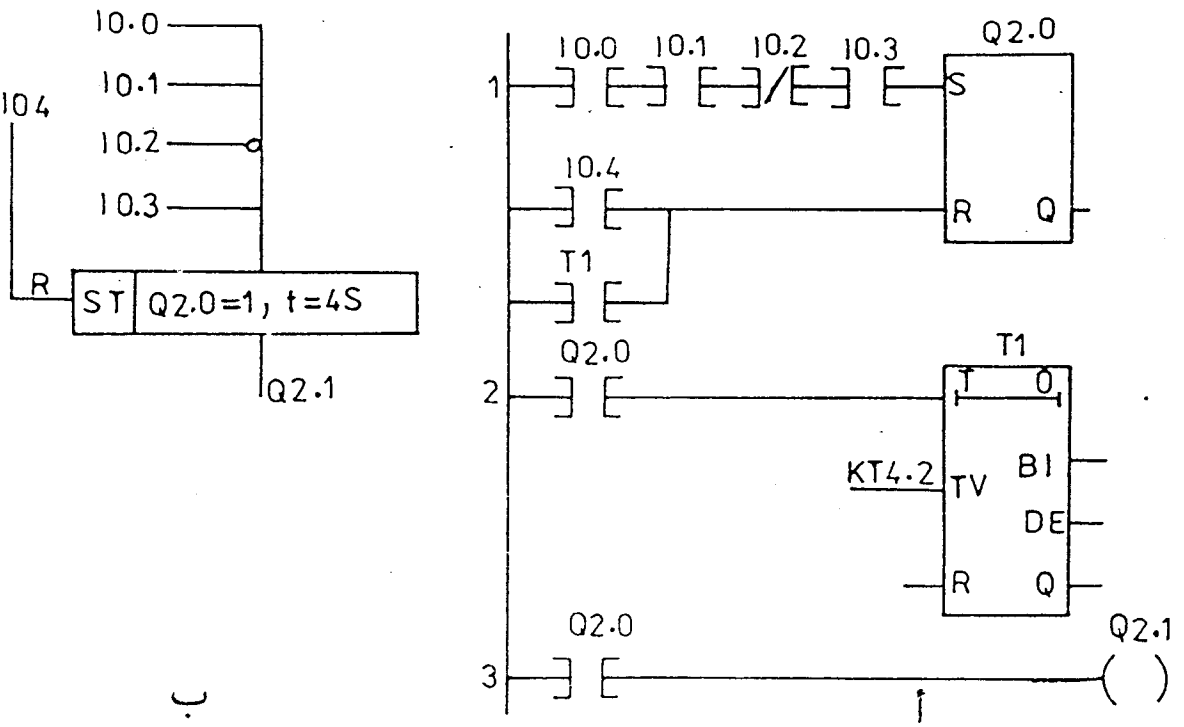
والمقصود بتحقيق الشروط هو أن تكون حالة جميع المداخل العادية عالية (1) و المعكوسة منخفضة 0 فعندما تكون حالة المداخل I 0.4,I 0.2,I 0.0 عالية وحالة المداخل I 0.3,I 0.1 منخفضة يتحقق الأمر فتصبح حالة المخرج Q 2.0 مساوية 1 أيضا ولكن بمجرد اختلال أحد الشروط السابقة كأن يصبح حالة I 0.1 تساوي 1 بدلا من 0 مثلا يتوقف تنفيذ الأمر أي تصبح حالة Q 2.0 مساوية 0 وتباعا تصبح حالة Q 2.1 مساوية 0 .



الشكل (٣-٢٧)

٣-٦-٤ بتخزين لمدة زمنية محددة (ST)

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت شروط التشغيل (المداخل) و لو للحظة و يستمر تنفيذ الأمر مدة

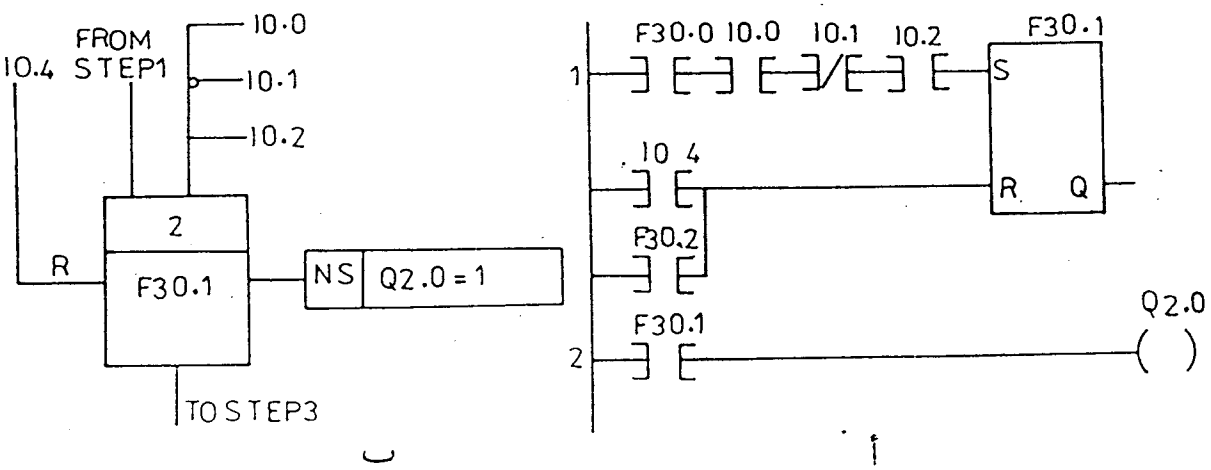


الشكل (٣-٢٨)

زمنية T أو لحين وصول إشارة تحرير أيهما أسرع . والشكل (٣-٢٨) يعرض مثالا لهـذا الأمـر ففي الشكل (أ) الشكل المكافئ لأمر تخزين لمدة زمنية محددة T و المبين بالشكل (ب) فإذا كـانت حالة المداخل I 0.3, I 0.1, I 0.0 عالية (1) و حالة المداخل I 0.4 , I 0.2 منخفضة تصبـح حالة المخرج Q 2.0 عالية (1) لمدة زمنية مقدارها 4 ثواني و بالمثل يصبح حالة المخرج Q 2.1 عالية (1) لمدة زمنية مقدارها 4 ثواني أما في حالة وصول إشارة عالية لمدخل التحريـر I 0.4 تصبح حالة المخارج Q 2.1, Q 2.0 منخفضة (0) .

٣-٦-٥ الخطوة (STEP)

تتكون العمليات الصناعية المتتابعة من مجموعة من المراحل بحيث لا تبدأ مرحلة إلا بعد تحقـق شروط التشغيـل لها ومن بين هذه الشـروط عمل المرحـلة السـابقة أي الخطـوة السـابقة والشكل (٣-٢٩) يبين مثالا لهذا الأمر ففي الشكل (أ) الشكل السلمي المكافئ للخطوة الثانيـة لأحد العمليات الصناعية . فإذا كانت حالة المداخل I 0.2 , I 0.0 عالية (1) وحالة المداخـل I 0.4 , I 0.1 منخفضة (0) مع بدأ الخطوة السابقة أي حالة F 30.0 عالية (1) فتصبح حالـة (F 30.1) عالية (1) و تباعا يعمل المخرج Q 2.0 أي تصبح حالته مرتفعة (1) و عند عمـل الخطوة التالية أى عمل F30.2 تتوقف الخطوة الثانية F 30.1 وتصبح حالة Q 2.0 مسـاوية (0) و ذلك لأن الأمر المستخدم بدون تخزين (NS) .



الشكل (٣-٢٩)

٣-٧ التحميل و النقل Load & Transfer

تستخدم عملية التحميل لتحميل المركم 1 بأحد البايتات أو الكلمات مثل :-

القيمة الجارية للمؤقت الثنائي	T	بايت مداخل من PII	IB
القيمة الجارية للمؤقت (BCD)	CT	كلمة مداخل من PII	IW
القيمة الجارية للعداد ثنائيا	C	بايت مخارج من PIQ	QB
القيمة الجارية للعداد (BCD)	CC	كلمة مخارج منPIQ	QW
ثابت عشري	KF	بايت أعلام	FB
ثابت مؤقت	KT	كلمة أعلام	FW
ثابت العداد	KC	كلمة بيانات	DW

والنقل هي نقل محتويات المركم 1 إلى أحد المتغيرات التالية :-

بايت مداخل من المساحة المخصصة لها في RAM أي من (PII)	I
كلمة مداخل من المساحة المخصصة لها في RAM أي من (PII)	IW
بايت مخارج من المساحة المخصصة لها في RAM أي من (PIQ)	QB
كلمة مخارج من المساحة المخصصة لها في RAM أي من (PIQ)	QW
بايت أعلام	FB
كلمة أعلام	FW
كلمة بيانات	DW

مثال 1 :-

تحميل حالة بايت المداخل IB0 ونقلها إلى بايت المخارج QB 3

```
L    IBO
T    QB 3
```

ويمكن محاكاة هذه العملية بالعمليات الثنائية التالية :-

```
A    I 0.0        A    I 0.4
=    Q 3.0        =    Q 3.4
A    I 0.1        A    I 0.5
=    Q 3.1        =    Q 3.5
A    I 0.2        A    I 0.6
=    Q 3.2        =    Q 3.6
A    I 0.3        A    I 0.7
=    Q 3.3        =    Q 3.7
```

مثال 2 :-

```
L     IW 0
T     QW 2
```

ويمكن محاكاتها بالعمليات الثنائية التالية :-

```
A     I 0.0     A     I 1.0
=     Q 2.0     =     Q 3.0
A     I 0.1     A     I 1.1
=     Q 2.1     =     Q 3.1
A     I 0.2     A     I 1.2
=     Q 2.2     =     Q 3.2
A     I 0.3     A     I 1.3
=     Q 2.3     =     Q 3.2
::    :::::     ::    :::::::
A     I 0.7     A     I 1.7
=     Q 2.7     =     Q 3.7
```

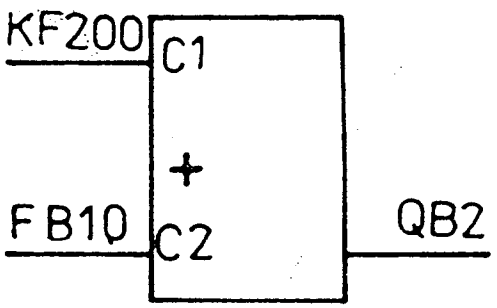
٣-٨ العمليات الحسابية Operation Arithmetic

توجد أربع عمليات حسابية متاحة في أجهزة التحكم المبرمج وهي الجمع والطرح والضـــرب والقسمة .

٣-٨-١ عملية الجمع ADD

ويتم فيها جمع محتويات المركم 1 مع محتويات المركم 2 و الناتج يوضع في المركم 1 فإذا كان ناتج عملية الجمع أكبر من 32768+ تصبح حالة مسجل الغمر OVF مساوية 1 .

والشكل (٣-٣٠) يبين الشكل السلمي أو المنطقي لجمع الثابت 200 مع محتويات بايت الأعلام FB 10 ثم نقل ناتج عملية الجمع إلى بايت المخارج QB 2 .



الشكل (٣-٣٠)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

```
L     KF 200
L     FB 10
+F
T     QB 2
```

فإذا كان محتويات FB 10 يكافئ 40 عشريا

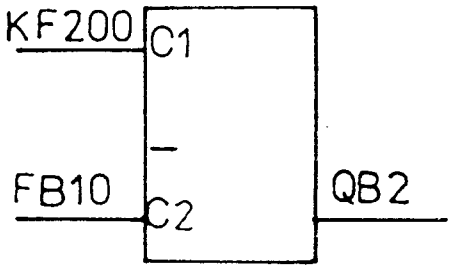
فأن عملية الجمع تتم بالصورة التالية :-

KF 200	1	1	0	0	1	0	0	0
+FB 10	0	0	1	0	1	0	0	0
QB 2	1	1	1	1	0	0	0	0
	Q2.7	Q2.6	Q2.5	Q2.4	Q2.3	Q2.2	Q2.1	Q2.0

٣-٨-٢ عملية الطرح SUB

ويتم فيها طرح محتويات المركم 1 مع محتويات المركم 2 و الناتج يوضع في المركم 1 فإذا كان ناتج عملية الطرح أكبر من 32768- تصبح حالة مسجل الغمر OVF مساوية 1 .

والشكل (٣-٣١) يبين الشكل السلمي أو المنطقي لطرح محتويات بايت الأعلام FB 10 من الثابت 200 ثم نقل ناتج عملية الطرح إلى بايت المخارج QB 2 .



الشكل (٣-٣١)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

L	KF 200
L	FB 10
-F	
T	QB 2

فإذا كان محتويات FB 10 يكافئ 40 عشريا فأن

عملية الطرح تتم بالصورة التالية :-

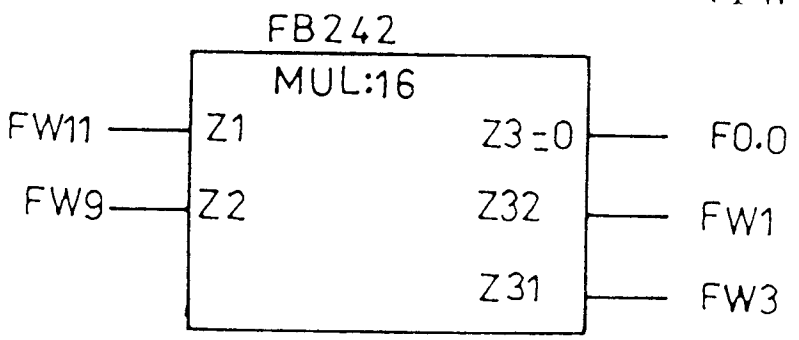
KF 200	1	1	0	0	1	0	0	0
-FB 10	0	0	1	0	1	0	0	0
QB 2	1	0	1	0	0	0	0	0
	Q2.7	Q2.6	Q2.5	Q2.4	Q2.3	Q2.2	Q2.1	Q2.0

٣-٨-٣ الضرب MUL

ويتم فيها ضرب محتويات المركم في محتويات المركم 2 والناتج يوضع في المركم 1 فإذا كان الضرب خارج الحدود (32768+ : 32768-) تصبح حالة مسجل الغمر OVF مساوية 1 .

وتتم عملية الضرب في FB 242 و الشكل (٣-٣٢) يبين الشكل السلمي أو المنطقي لضرب محتويات كلمة الأعلام FW 11 في محتويات كلمة الأعلام FW 10 ثم نقل ناتج عملية الضرب

إلى كلمتي الأعلام FW 1 , FW 3 .



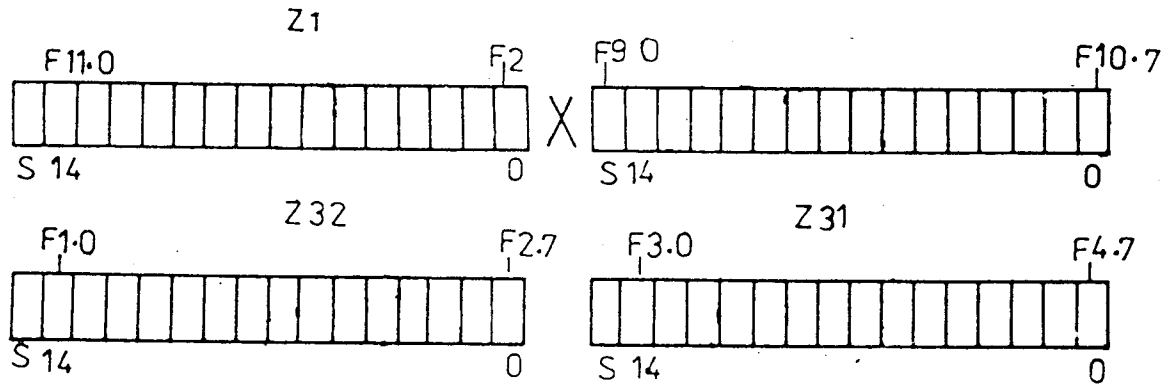
الشكل (٣-٣٢)

و فيما يلي قائمة الجمل :-

	:	JUFB 242
NAME	:	MUL : 16
Z 1	:	FW 11
Z 2	:	FW 9
Z 3=0	:	F0.0
Z 32	:	FW 1
Z 31	:	FW 3

فإذا كان ناتج الضرب صفرا تصبح حالة F 0.0 صفرا و إذا كان ناتج الضرب لا يساوي صفـرا تصبح حالة F 0.0 مساوية 1 . علما بأن ناتج الضرب يخرج على 32 خانة فالكلمـــة FW3 تمثل ناتج الضرب الأقل رتبة و الكلمة FW 1 تمثل ناتج الضرب الأعلى رتبة .

والشكل (٣-١٣) يبين الرتبة الأدنى و الأعلى للكلمـــات FW1, FW3, FW9, FW1



الشكل (٣-٣٣)

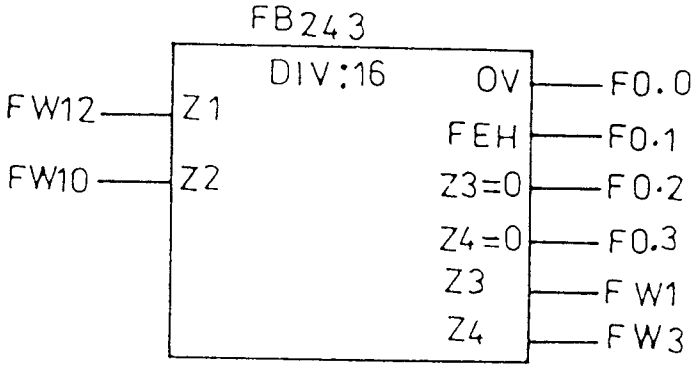
علما بأن S تعني خانة الإشارة فإذا كانت حالتها 1 تعني أن الإشارة سالبة وإذا كانت حالتها 0 تعني أن الإشارة موجبة .

مثال :-

$$327 * 264 = 86328$$

$$Z\,1 * Z\,2 = Z\,32 + Z\,31$$

٣-٨-٤ القسمة DIV



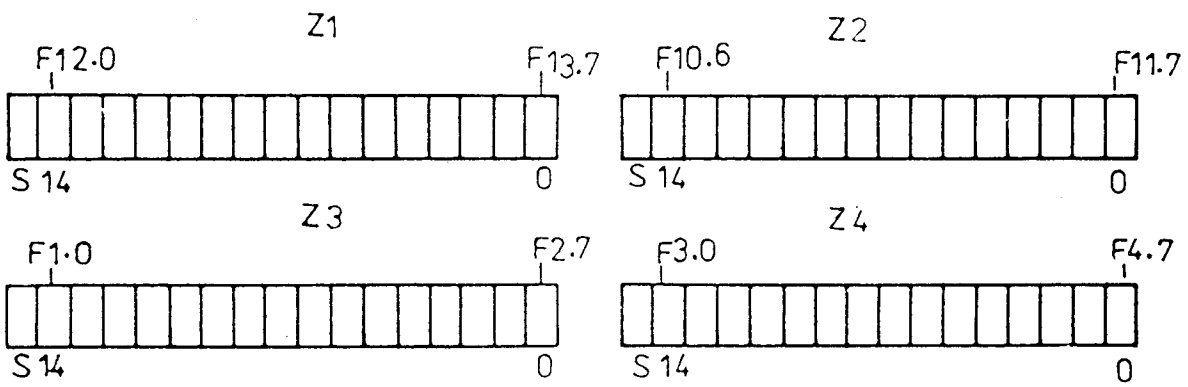
الشكل (٣-٣٤)

ويتم فيها قسم محتويات المركم 2 على محتويات المركم 1و الناتج يوضع في المركم 1 والشكل (٣-٣٤) يبين الشكل السلمي (أ) أو المنطقي لقسمة محتويات كلمة الأعلام FW 12 على محتويات كلمة الأعلام FW 10 .

وفيما يلي قائمة الجمل :-

	:	JUFB 243
NAME	:	DIV : 16
Z 1	:	FW 12
Z 2	:	FW 10
OV	:	F 0.0
FEH	:	F0.1
Z 3=0	:	F0.2
Z 4=0	:	FW 3
Z 3	:	FW 1
Z4	:	FW 3

فإذا حدث غمر أي إذا كان ناتج القسمة خارج الحدود (32768+ : 32768-) تصبح حالة F 0.0 مساوية 1 وإذا كانت قيمة FW 10 مساوية 0 تصبح حالة F 0.1 مساوية 1 وإذا كان ناتج القسمة 0 تصبح حالة F 0.2 مساوية 0 و إذا لم يكن هناك باقي للقسمة تصبح حالة F 0.3 مساوية0 وناتج القسمة يوضع في FW 1 والباقي يوضع في FW 3 و الشكل (٣-٣٥) يبين الرتب الأدنى و الأعلى للكلمات FW 1 , FW 3, FW 10, FW 12 .



الشكل (٣-٣٥)

مثال :-

الباقي

1390 / 390 = 3 Rest 220

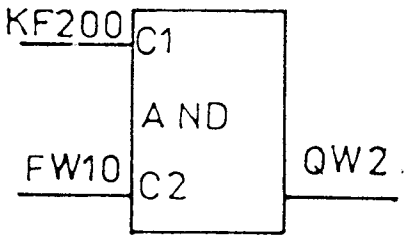
Z1 / Z2 = Z3 Rest Z4

٣-٩ العمليات المنطقية Logic Operation

٣-٩-١ عملية ANDING

الشكل (٣-٣٦) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإجراء AND بين محتويات KF 200 ومحتويات KFW10وناتج عملية AND يتم نقله إلى QW2

و فيما يلي قائمة الجمل :-



L	KF 200
L	FW 10
AW	
T	QW 2

وتتم عملية AND بالطريقة التالية إذا كانت محتويات

FW 10 يكافئ 500 عشريا

الشكل (٣-٣٦)

0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 0	KF 200
0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 1 0 0	FW 10
0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0	QW 2

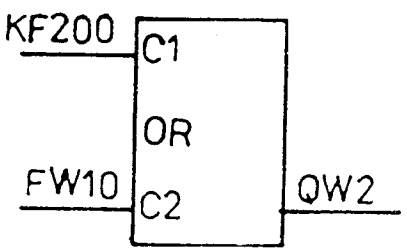
Q 3.7 Q2.7 Q 2.0

و يلاحظ أن عملية AND تتم لكل خانة من KF 200 مع كل خانة من FW 10 .

٣-٩-٢ عملية أو ORING

الشكل (٣-٣٧) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإجراء OR بين محتويات KF 200 ومحتويات FW 10 وناتج عملية ORيتم نقله إلى QW 2

وفيما يلي قائمة الجمل :-



الشكل (٣-٣٧)

L	KF 200
L	FW 10

```
                    OW
                    T                    QW 2
```

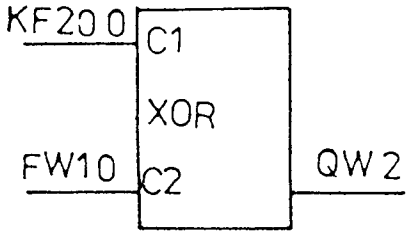
وتتم عملية OR بالطريقة التالية إذا كانت محتويات FW 10 تكافئ 500 عشريا

```
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 0 0 0    KF 200
0 0 0 0 0 0 0 1   1 1 1 1 0 1 0 0    FW 10
-------------------------------------------
0 0 0 0 0 0 0 1   1 1 1 1 1 1 1 0    QW 2
↓                                    ↓
Q 3.7                                Q 2.0
```

٣-٩-٢ عملية XORING (أو المنفردة) :-

الشكل (٣-٣٨) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإجراء XOR بين محتويات KF 200 ومحتويات FW 10 وناتج عملية XOR يتم نقله إلى QW 2 .

وفيما يلي قائمة الجمل :-




```
L     KF 200
L     FW 10
XOW
T     QW 2
```

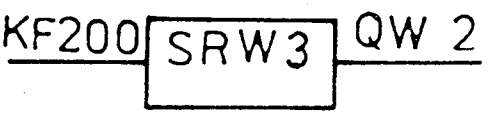
الشكل (٣-٣٨)

وتتم عملية XOR بالطريقة التالية إذا كانت محتويات FW 10 يكافئ 500 عشريا

```
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 0 0 0    KF 200
0 0 0 0 0 0 0 1   1 1 1 1 0 1 0 0    FW 10
-------------------------------------------
0 0 0 0 0 0 0 1   0 0 1 1 1 1 1 0    QW 2
↓                                    ↓
Q 3.7                                Q 2.0
```

٣-١٠ عمليات الإزاحة Shift Operations

٣-١٠-١ الإزاحة إلى اليمين :-



ويتم فيها عمل إزاحة لمحتويات المركم 1 بعدد N من الخانات مع استبدال الخانات الفارغة بالصفر وعملية الإزاحة إلى اليمين تكافئ عملية القسمة على ثابت

الشكل (٣-٣٩)

2^N حيث N هي عدد خانات الإزاحة والشكل (٣-٣٩) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإزاحة إلى اليمين ثلاثة خانات للعدد 200 و نقل الناتج إلى QW 2 .

وفيما يلي قائمة الجمل :-

L	KF 200
SRW	3
T	QW 2

وتتم عملية الإزاحة لليمين ثلاثة خانات بالطريقة التالية :-

```
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 0 0 0    KF 200
0 0 0 0 0 0 0 0   0 0 0 1 1 0 0 0    FW 10
```

Q 3.7 ↓ Q 2.0 ↓

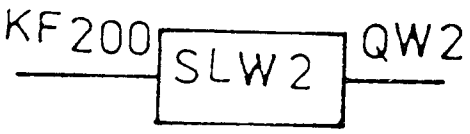
ويلاحظ أن الناتج يكافئ $200 / 2^3 = 25$

٣-١٠-٢ الإزاحة لليسار :-

ويتم فيها عمل إزاحة لمحتويات المركم 1 بعدد N من الخانات جهة اليسار مع استبدال الخانات الفارغة بالصفر و عملية الإزاحة لليسار تكافئ عملية الضرب في 2^N حيث N عدد خانات الإزاحة لليسار و الشكل (٣-٤٠) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي للإزاحة لليسار خانتين للعدد 200 ونقل النتائج إلى QW 2

و فيما يلي قائمة الجمل :-

L	KF 200
SLW	2
T	QW 2



وتتم عملية الإزاحة لليسار بالطريقة التالية :-

الشكل (٣-٤٠)

```
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 0 0 0    KF 200
0 0 0 0 0 0 1 1   0 0 1 0 0 0 0 0    QW 2
```

Q 3.7 ↓ Q 2.0 ↓

و يلاحظ أن الناتج يكافئ $(200 * 2^2 = 800)$

٣-١١ عمليات التحويل Conversion Operations

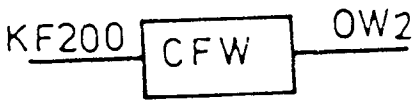
وهذه العمليات تستخدم لتغيير محتويات المركم 1بدون تغيير محتويات المركم 2

أولا عملية إيجاد متمم الواحد One's Complement :-

ويتم فيها عكس حالة خانة خانة من خانات المركم 1.

والشكل(٣-٤١)يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإيجاد المتمم للعدد200ونقل الناتج إلى2 QW

وفيما يلي قائمة الجمل :-



الشكل (٣-٤١)

```
L     KF 200
CFW
T     QW 2
```

وتتم عملية إيجاد المتمم بالطريقة التالية :-

```
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 0 0 0    KF 200
1 1 1 1 1 1 1 1   0 0 1 1 0 1 1 1    QW 2
```

Q 3.7 Q 2.0

ثانيا عملية إيجاد المتمم الثنائي Two's Complements

ويتم فيها عكس حالة خانة من خانات المركم 1 ثم إضافة 1 للناتج و المتمم الثنائي يستخدم عند الحاجة لإيجاد ناتج حاصل ضرب محتويات المركم 1 في 1- والشكل (٣-٤٢) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لإيجاد المتمم الثنائي للعدد 200

ونقل الناتج إلى QW 2

الشكل (٣-٤٢)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

```
L     KF 200
CSW
T     QW 2
```

وتتم عملية إيجاد المتمم الثنائي بالطريقة التالية :-

```
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 0 0 0    KF 200
1 1 1 1 1 1 1 1   0 0 1 1 1 0 0 0    QW 2
```

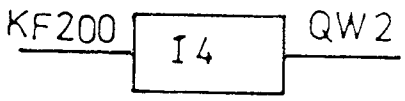
Q 3.7 Q 2.0

٣-١٢ عملية النقصان / الزيادة Decrement / Increment Operations

تتم عملية النقصان / الزيادة على البايت الأقل رتبة لمحتويات المركم الأول ACCUM 1 فإذا زاد محتويات هذا البايت عن 255 لا ينتقل الباقي إلى البايت الأعلى رتبة بل يبدأ العد من 0 من

جديد وكذلك عندما يقل محتويات البايت الأقل رتبة عن 0 يبدأ العد من 255من جديد ويمكن إحداث زيادة أو نقصان بالعدد 1 إلى العدد 255 .

والشكل (٣-٤٣) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لتحميل الثابت 200 في المركم 1 ثم زيادة محتويات المركم 1 بالعدد 4 و نقل الناتج إلى QW 2



الشكل (٣-٤٣)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

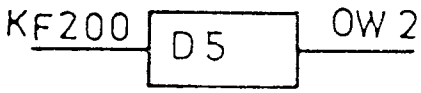
L	KF 200
I	4
T	QW 2

و تتم عملية الزيادة بالطريقة التالية :-

```
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 0 0 0    KF 200
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 1 0 0    QW 2
          ↓                   ↓
         Q3.7                Q2.0
```

ويلاحظ أن الناتج يساوي (200 + 4 = 204) .

والشكل (٣-٤٤) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لتحميل الثابت 200 في المركم 1 ثم تقليل محتويات المركم 1 بالعدد 5 ونقل الناتج إلى QW 2.



الشكل (٣-٤٤)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

L	KF 200
D	5
T	QW 2

و تتم عملية النقصان بالطريقة التالية :-

```
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 1 0 0 0    KF 200
0 0 0 0 0 0 0 0   1 1 0 0 0 0 1 1    QW 2
          ↓                   ↓
         Q3.7                Q2.0
```

و يلاحظ أن الناتج يساوي (200 5 = 195) .

٣-١٣ عمليات القفز Jump Operation

تستخدم عمليات القفز للقفز من بلوك لآخر أو داخل البلوكات الوظيفية فقط و فيما يلي عمليات القفز المتاحة :-

قفز غير مشروط	JU

قفز عندما يكون محتوى RLO = 1	JC
قفز عندما يكون محتوى المركم 1 ACCUM يساوي 0	JZ
قفز عندما يكون محتوى المركم 1 ACC لا يساوي 0	JN
قفز عندما يكون محتوى المركم 1 ACCUM موجب	JP
قفز عندما يكون محتوى المركم 1 ACCUM سالب	JM
قفز عندما يكون محتوى المركم 1 ACCUM يساوي 0	JO

مثال١ : للقفز من البلوك OB1 إلى البلوك PB1 عندما تكون حالة I 0.0 مساوية 1

```
A     I 0.0
JC    PB1
```

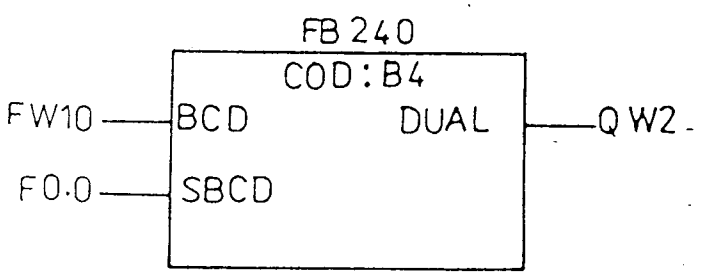
مثال٢ : للقفز داخل البلوك الوظيفي FB10 إلى الخطوة رقم X1 عندما تكون حالة I 0.0 مساوية 1 .

البيانات	العملية	العنوان
I 0.0	A	001
	JC = X1	002
I 0.1	A	003
I 0.2	A	004
I 0.3	A	X1
I 0.4	A	006
Q 3.0	=	007

٣-١٤ مغيرات الكود Code Converter

٣-١٤-١ مغيرات كود BCD إلى عدد ثنائي :-

وتنفذ هذه المغيرات في FB 240 و الشكل (٣-٤٥) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لتغيير العدد المكود ثنائيا المخزن في كلمة الذاكرة FW 10 و الذي إشارته معرفة بواسطة F 0.0 فإذا كان حالتها 1 دل على أن الإشارة + إلى العدد الثنائي المكافئ في كلمة المخارج QW 2 علما بأن حالة آخر مخرج تدل على الإشارة أي أن الحالة Q 3.7 تدل على الإشارة .

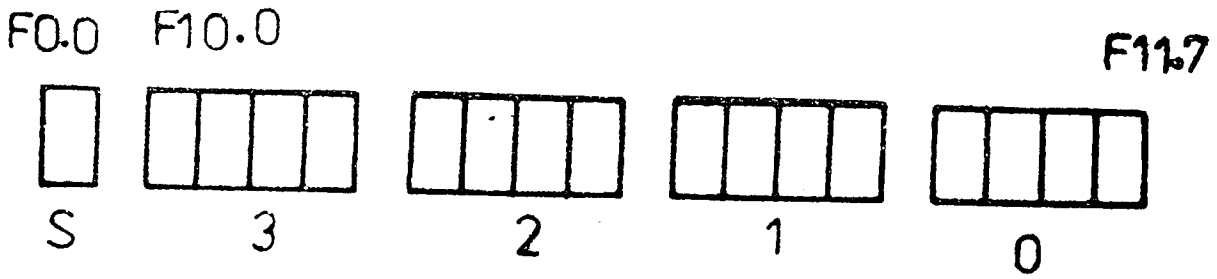


الشكل (٣-٤٥)

وفيما يلي قائمة الجمل :-

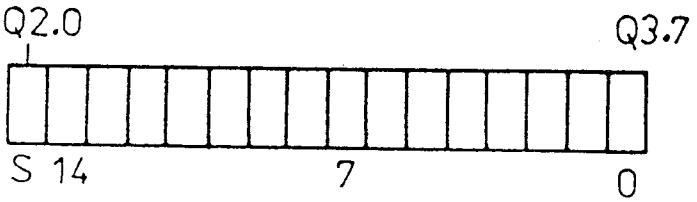
```
: JU FB 240
NAME : COD: B4
BCD  : FW 10
SBCD : F 0.0
DVAL : QW 2
```

علما بأن العدد المكود عشريا BCD يتكون من أربعة أرقـــام كمـــا بالشـــكل (٣-٤٦)



الشكل (٣-٤٦)

أما العدد الثنائي المكافئ فيتكون من خمس عشرة خانة و الخانة السادسة عشر للإشارة S كمـــا بالشكل (٣-٤٧)

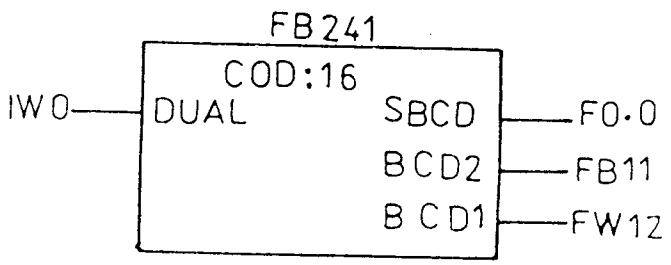


الشكل (٣-٤٧)

٣-١٤-٢ مغير الأعداد الثنائية إلى أعداد مكودة عشريا BCD

وتنفذ هذه المتغيرات في FB 241 والشكل (٣-٤٨) يعرض الشكل السلمي أو المنطقي لتغيير العدد الثنائي الداخل عبر كلمة المداخل IW0 . و التي إشارته معرفة بواسطة (I 0.0) إلى عـــدد مكود ثنائيا BCD يتكون من ست خانات . الخانات من 3 : 0 تخزن في FW 12 وكذلك فإن الخانات من 5 : 4 تخزن في FB 11 وإشارة العدد الثنائي المكود ثنائيا BCD تخرج على Q 2.0.

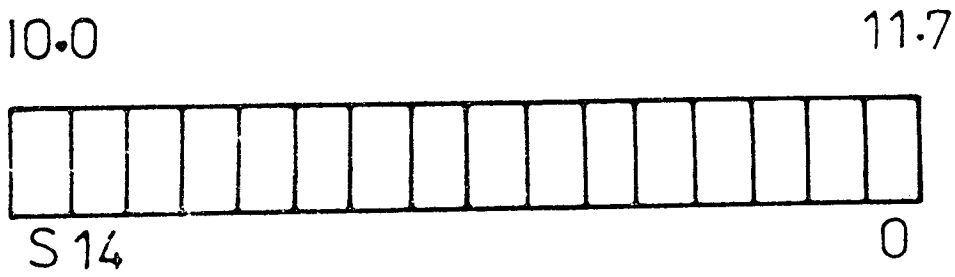
وفيما يلي قائمة الجمل :-



الشكل (٣-٤٨)

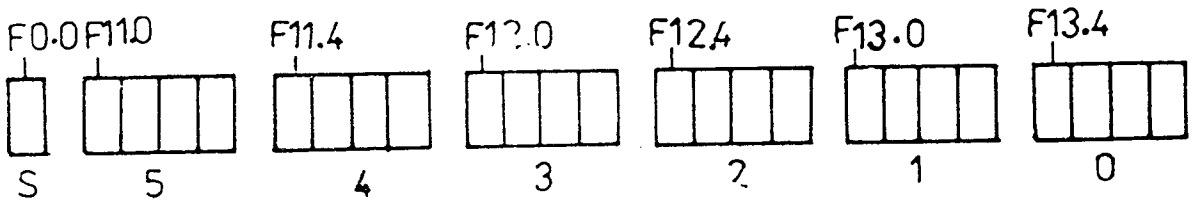
```
: JU FB 241
NAME: COD: 16
DUAL : IW 0
SBCD : F 0.0
BCD 2: FB 11
BCD 1: FW 12
```

علما بأن العدد الثنائي يتكون من خمسة عشر خانة و الخانة السادسة عشر للإشارةS فإذا كانت 1 دل على أن الإشارة - وإذا كانت 0 دل على أن الإشارة + كما بالشكل (٣-٤٩)



الشكل (٣-٤٩)

أما العدد المكود عشريا BCD يتكون من ست خانات تخزن في FB 11+ FW 12 وإشارته S معرفة بوحدة الذاكرة F 0.0 كما بالشكل (٣-٥٠) .



الشكل (٣-٥٠)