

استخدام الحاسوب في اختبار القلابات وتحليل الدوائر التتابعية المترامنة الموصلة عمليا

ملخص لورقة بحثية مقدمة لنيل درجة الدبلوم العالي

إعداد

هاجر أحمد الأسود

أم السعد محمد الأميلس

إشراف

أ. هدى بدرالدين أبوغرسة

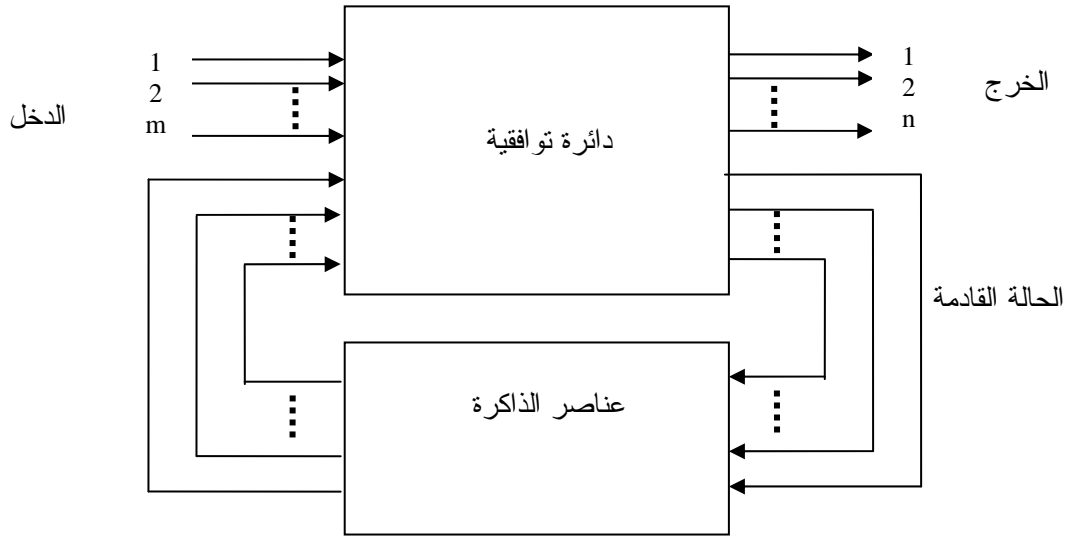
ربيع 2008-2009

1. مقدمة

تهدف هذه الورقة البحثية إلى تصميم منظومة برمجية باستخدام الحاسوب تقوم بعملية تحليل الدوائر الرقمية المتتابعية المتزامنة الموصلة عملياً وذلك باعتبارها من أكثر العمليات التي تتطلب وقت وجهد داخل معامل الإلكترونيات الرقمية. تشمل هذه الورقة دراسة للدوائر المتتابعية المتزامنة ودراسة لمدخل الحاسوب المتوازي الذي سيتم عبره ربط الدائرة بالحاسوب.

2. الدوائر المتتابعية التزامنية Synchronous Sequential Circuit

الدوائر الرقمية التوافقية Combinational Digital Circuit وهي الدوائر التي لا تمتلك عناصر ذاكرة Memory Elements ويكون خرجها في أي وقت دالة Function في مدخلات الدائرة عند نفس الوقت. تحتوي بعض الأنظمة الرقمية على عناصر ذاكرة ذلك بالإضافة إلى الجزء التوافقي، ولذا تعرف بالدوائر الرقمية المتتابعية Sequential Digital Circuit. إن خرج الدائرة المتتابعية في أي وقت يكون دالة في مدخلات الدائرة وحالة الدائرة Circuit State في ذلك الوقت. حالة الدائرة Circuit State معرفة بمحتويات عناصر الذاكرة في الدائرة، وتكون دالة في الحالة السابقة Previous State ومدخلات الدائرة. الشكل (1) يبين رسم تخطيطي لدائرة متتابعية لها عدد m من المدخلات وعدد n من المخرجات. خرج عناصر الذاكرة في أي وقت يشكل حالة الدائرة في ذلك الوقت.



شكل (1) رسم تخطيطي للدوائر المتتابعية

هناك نوعان من الدوائر المتتابعية هما الدوائر المتتابعية التزامنية Synchronous Sequential Circuit والدوائر المتتابعية اللاتزامنية Asynchronous Sequential Circuit. إن سلوك الدوائر المتتابعية التزامنية يعتمد على التغيير لقيم نقاط منفصلة من الوقت Discrete Instant of Time وهو ما يتم تحديده بما يعرف إشارة الساعة Clock Signal. في حين أن سلوك الدائرة اللاتزامنية يعتمد على الترتيب الذي تتغير به قيم إشارات الدخل والحالة السابقة للدائرة، وهذا التغيير غير مرتبط بفترات زمنية محددة، أي أنه يمكن أن يحدث في أي وقت.

تستخدم الدوائر المتتابعية المتزامنة دوائر تعرف بالقلابات Flip-Flops كعناصر للذاكرة. يخزن القلاب قيمة إما 0 أو 1. يمتلك القلاب خرجان الأول Q يمثل الحالة العادية والآخر Q' يمثل حالة المتممة للخرج. بإمكان دوائر القلابات تخزين حالة ثنائية لحين تسليط إشارة دخل لتغيير الحالة. يوجد عدة أنواع من القلابات، ويتمثل الاختلاف الرئيسي بين أنواع القلابات في عدد المدخلات والطريقة التي تغير بها هذه المدخلات حالة القلاب. الجداول التالية توضح خصائص القلابات: الجدول (1) يوضح جدول الحالات لقلاب D.

جدول (1) جدول الحالات لقلاب D مفعّل عند الحافة

الحالة	$Q(t+1)$	D
مسح Reset	0	0
ضبط Set	1	1

من الممكن كتابة جدول الحالات لقلاب JK كما في الجدول (2).

جدول (2) جدول الحالات لقلاب JK مفعّل عند الحافة

الحالة	$Q(t+1)$	K	J
عدم التغيير No change	$Q(t)$	0	0
مسح Reset	0	1	0
ضبط Set	1	0	1
المكملة Complement	$Q'(t)$	1	1

من الممكن كتابة جدول الحالات للقلاب T كما بالجدول (3).

جدول (3) جدول الحالات لقلاب T

الحالة	$Q(t+1)$	T
مسح Reset	$Q(t)$	0
ضبط Set	$Q'(t)$	1

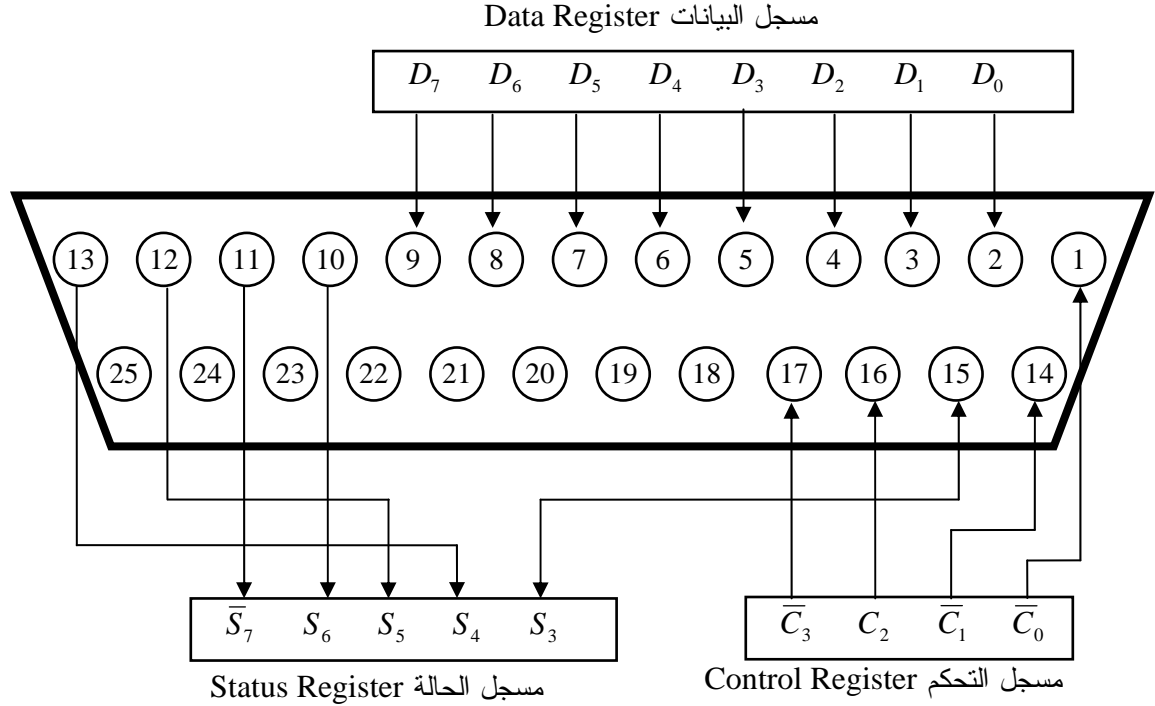
يشتمل تحليل الدوائر التتابعية على إيجاد جدول و مخطط للتتابع الزمني للدخل والخرج والحالات. من الممكن أيضاً كتابة معادلات منطقية تصف سلوك هذه الدوائر. يحتوي جدول الحالات على ثلاث أعمدة أساسية هي عمود الحالة الراهنة، وعمود للدخل، وعمود للحالة القادمة. يوجد عمود رابع هو عمود الخرج يكون موجود إذا كانت الدائرة تحتوي على خرج. يتم تعبئة كل من عمود الحالة الراهنة والدخل بجميع الاحتمالات الممكنة للتركيبات الثنائية. أما بالنسبة لعمود الحالة القادمة فيتم تعبئته إما باستعمال جدول الخصائص أو باستعمال معادلة الخصائص للقلابات المستعملة في الدائرة. يمكن تحليل الدائرة التتابعية المتزامنة أي إيجاد عمود الحالة القادمة في جدول الحالات باستعمال جداول الخصائص للقلابات بدلاً من معادلة الخصائص. يمكن إنجاز هذه العملية بإتباع الخطوات التالية:

1. إيجاد معادلات الدخل للقلابات بدلالة الحالة الراهنة والدخل.
2. إضافة عمود لدخل القلابات في جدول الحالات للدائرة، حيث يتم تعبئة هذا العمود باستعمال معادلات دخل القلابات.
3. استعمال جدول خصائص القلاب لإيجاد الحالة القادمة. يتم هذا بمعرفة الحالة الراهنة ودخل القلاب عند تلك اللحظة.

3. المنفذ المتوازي

يعتبر المنفذ المتوازي المنفذ الأشهر في عمليات التحكم من خلال الحواسيب الشخصية، وذلك قبل أن يظهر منفذ USB كمنافس قوي للمنفذ المتوازي، يعرف هذا المنفذ كذلك بمنفذ الطابعة وسمي بالمتوازي لأنه ينقل البيانات (البتات) بشكل متوازي، أي أنه ينقل أكثر من بت في نفس الوقت. الشكل (2) يوضح تركيب المنفذ المتوازي، حيث يتكون من 25 طرف (25-Pin). ويتم التعامل مع هذا المنفذ عن طريق العناوين المحددة له، وتكون العناوين ثابتة بشكل عام، ويتكون المنفذ من ثلاث أجزاء لكل منها عنوان خاص كالتالي:

- منفذ بالعنوان 378H يكون مستخدماً لإخراج أو إدخال البيانات من أو إلى الجهاز الملحق بشكل متوازي، (8-bit) ويشار إليه بمسجل البيانات Data Register.
- منفذ بالعنوان 379H يمثل مسجل الحالة Status Register (5-bit)، ويستعمل للتعبير عن حالة الجهاز الملحق، أي أن الإشارات المكونة لمسجل الحالة هي إشارات دخل.
- منفذ بالعنوان 37AH يمثل مسجل التحكم Control Register (4-bit)، ويستعمل للتحكم في الجهاز الملحق. أي أن الإشارات المكونة لمسجل التحكم هي إشارات خرج.



شكل (2) الإشارات الداخلة والخارجة من المنفذ المتوازي

4. المنظومة والدوائر المادية

في الدوائر التتابعية المتزامنة عندما يزداد عدد القلايات (الحالات) وعدد الدخل فإن جدول الحالات يزداد حجمه مما يجعل عملية استنتاجه عملياً عملية صعبة. في هذه الورقة البحثية تم الاعتماد على منظومة حاسوب في تحليل الدوائر التتابعية الموصلة عملياً، حيث يعمل أحد منافذ الحاسوب (منفذ الطباعة) على وضع الدائرة التتابعية عند كل الحالات الممكنة وفي كل مرة يتم تسليط جميع احتمالات الدخل وإشارة النبضة ثم قراءة الحالة القادمة للدائرة والخرج الناتج. تحتوي هذه المنظومة على جزء برمجي وجزء مادي. يتمثل الجزء البرمجي في برنامج تم إعداده باستعمال لغة البرمجة Visual Basic، وذلك لما تتميز به هذه اللغة من سهولة ومرونة خاصة عند التعامل مع منافذ الحاسوب المختلفة. أما الجزء المادي فيتمثل دائرة بينية تتصل بمنفذ الحاسوب من جهة، ويتم توصيل منافذ الدائرة التتابعية المطلوب تحليلها إلى هذه الدائرة البينية.

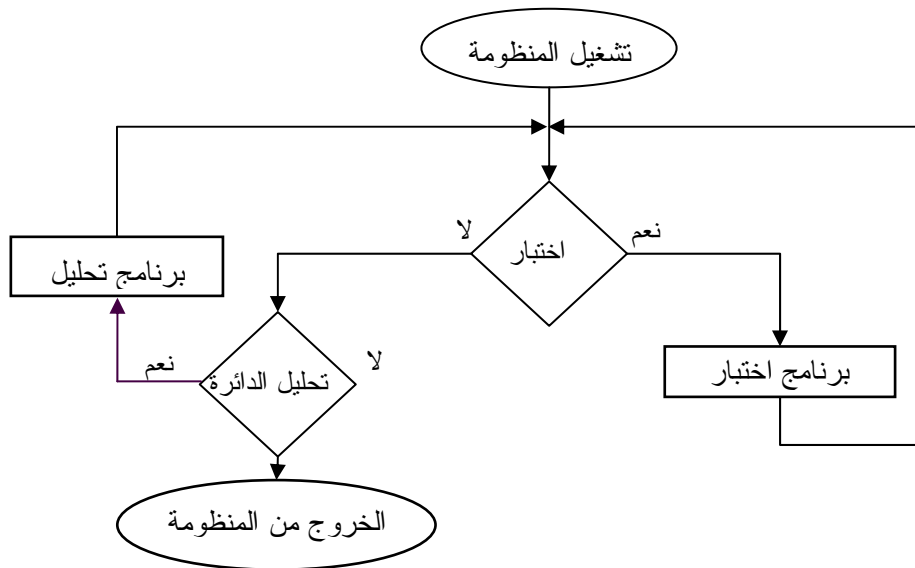
1.4 الجزء البرمجي

يحتوي الجزء البرمجي للمنظومة المصممة على جزأين هما:

1. جزء اختبار القلايات.

2. جزء تحليل الدائرة التتابعية.

الشكل (3) يوضح مخطط انسيابي للبرنامج الرئيسي والشكل (4) يوضح واجهة البرنامج الرئيسية.



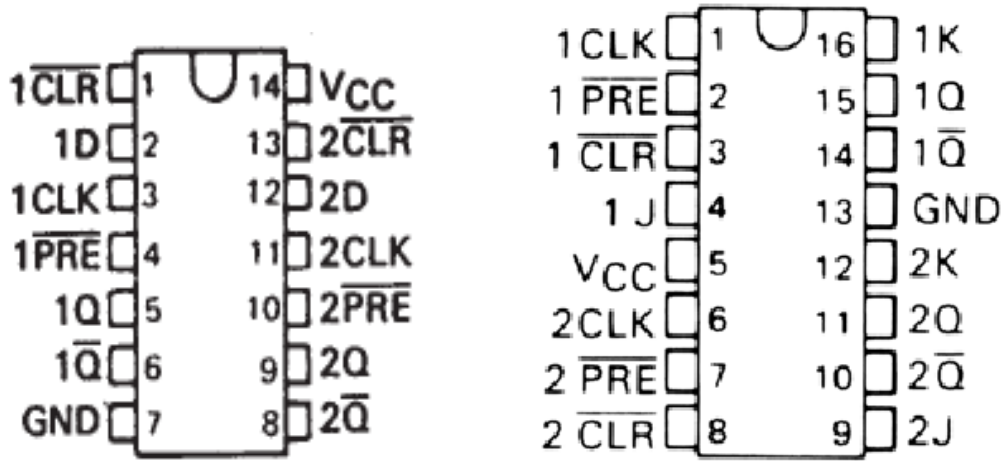
شكل (3) المخطط الانسيابي للبرنامج الرئيسي



شكل (4) البرنامج الرئيسي

1.1.4 جزء اختبار القلابات

يمكن في هذا الجزء تحديد نوع القلاب بعد توصيله بالمنظومة ليتم تحديد ما إذا كان هذا القلاب سليم أم لا. تم تصميم هذا الجزء لاختبار الدائرة المتكاملة 7474 والتي تتكون من قلابين D والدائرة المتكاملة 7476 والتي تتكون من قلابين JK، الشكل (5) يوضح التركيب الداخلي للدائرتين.

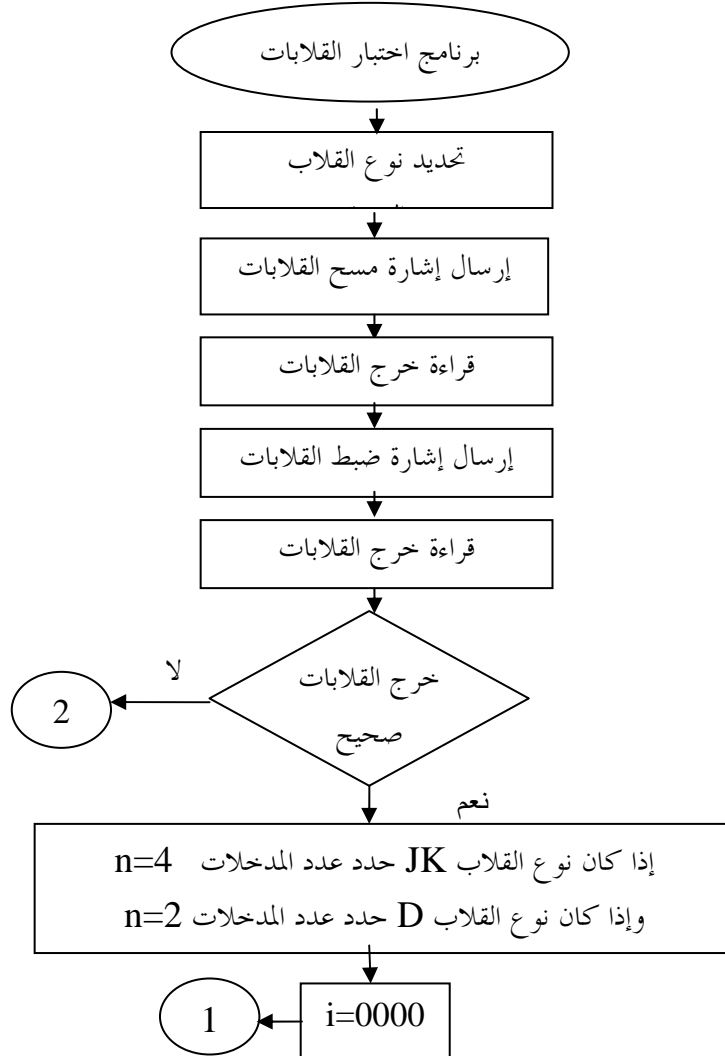


D-7474

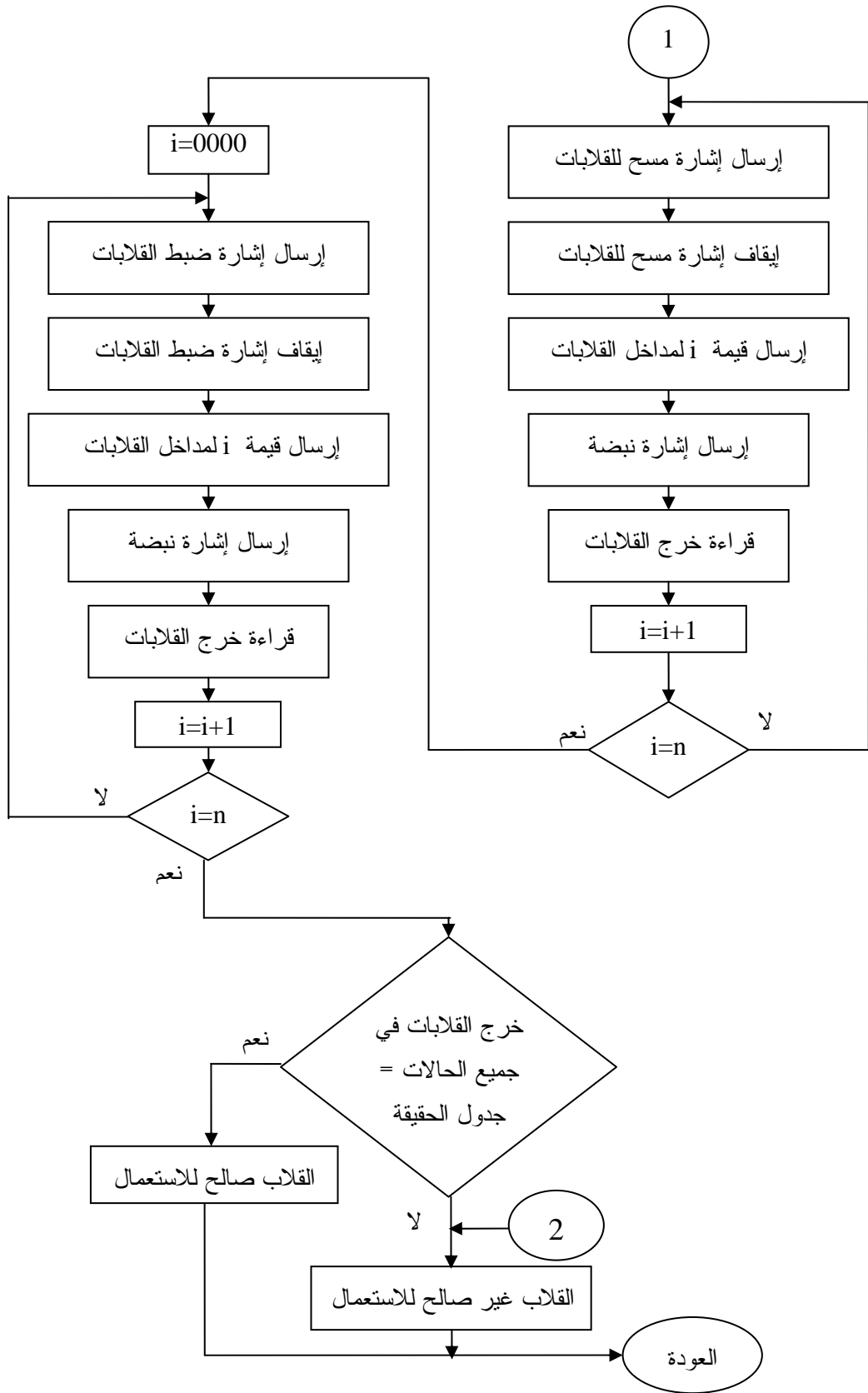
JK-7476

شكل (5) التركيب الداخلي للدائرتين 7474 و 7476.

يتم توصيل الدائرة المطلوب اختبارها بالمنظومة وبمعرفة خصائص القلاب المختبر يتم إرسال جميع الاحتمالات الممكنة لدخل القلاب وإعطاء إشارة نبضة وقراءة خرج القلاب لتظهر فيما بعد رسالة تفيد بأن الدائرة المتكاملة IC تحت الاختبار سليمة أم لا. الشكل (6) يوضح المخطط الانسيابي لبرنامج اختبار القلابات.

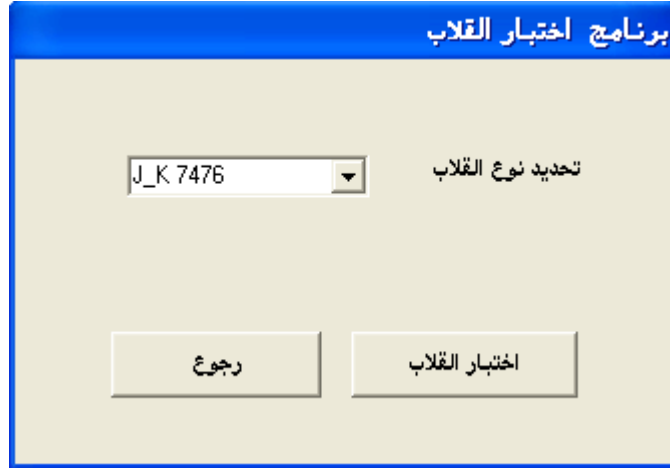


شكل (6) المخطط الانسيابي لبرنامج اختبار القلابات (يتبع)



الشكل (6) المخطط الانسيابي لبرنامج اختبار القلابات

- الشكل (7) يوضح واجهة برنامج اختبار القلب، حيث تحتوى هذه الواجهة على الخيارات التالية:
- زر تحديد نوع القلب :عبارة عن قائمة منسدلة لتحديد نوع القلب JK 7476 ، D7474
 - زر اختبار القلب : يتم من خلاله تحديد إذا كانت الدائرة سليمة أم لا.
 - زر رجوع : للرجوع للواجهة الرئيسية.



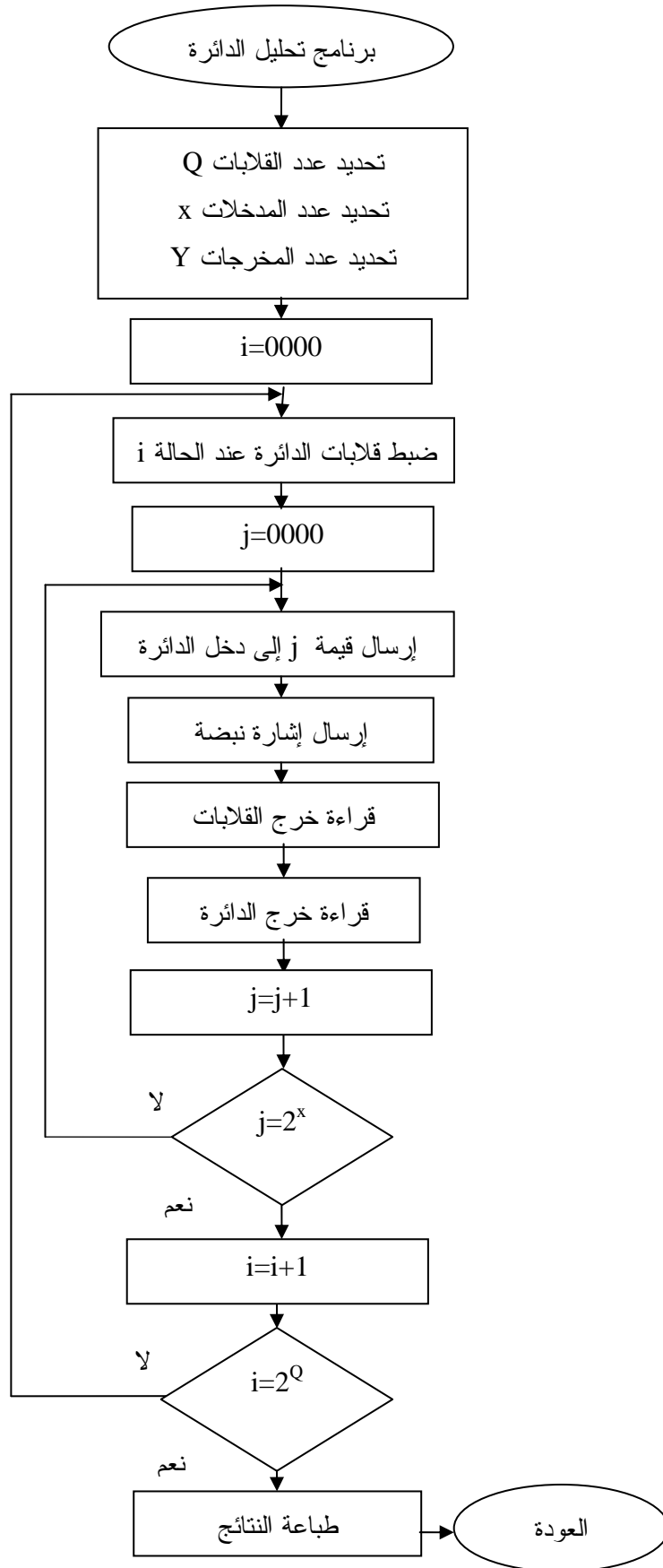
الشكل (7) برنامج اختبار القلب

2.1.4 جزء تحليل الدائرة

لتحليل أي دائرة تتابعية يجب أولاً تحديد عدد المدخلات وعدد القلابات وعدد مخارج هذه الدائرة، يلي ذلك وضع قلابات الدائرة عند كل الاحتمالات الممكنة وفي كل مرة يتم إرسال جميع احتمالات الدخل ونبضة ساعة ثم قراءة الحالة القادمة وخرج الدائرة. الشكل (8) يوضح المخطط الانسيابي لبرنامج تحليل الدائرة التتابعية.

الشكل (9) يوضح برنامج تحليل الدائرة، حيث يحتوى البرنامج على الخيارات التالية:

- تحديد عدد القلابات: قائمة منسدلة لتحديد عدد القلابات من 1 إلى 4 قلابات.
- تحديد عدد المدخلات: قائمة منسدلة لتحديد عدد المدخلات من 0 إلى 4 مداخل.
- تحديد عدد المخرجات: قائمة منسدلة لتحديد عدد المخرجات من 0 إلى 4 مخارج.
- زر جدول الحالات: بعد تحديد الخيارات السابقة يظهر هذا الزر وبالنقر عليه يظهر جدول يحتوي على عدد القلابات والمدخلات والمخرجات المطلوبة.
- زر بدء التحليل: تبدأ عملية التحليل بالنقر على هذا الزر.
- زر الطباعة : تبدأ عملية طباعة النتائج في مستند word بالنقر على هذا الزر.
- زر تحليل دائرة جديدة: يتم فيه تهيئة البرنامج لتحليل دائرة جديدة.
- زر رجوع: للرجوع للواجهة الرئيسية.



شكل (8) المخطط الانسيابي لبرنامج تحليل الدائرة التتابعية

برنامج تحليل الدائرة

تحديد عدد القلابات: 2

تحديد عدد المدخلات: 3

تحديد عدد المخرجات: 2

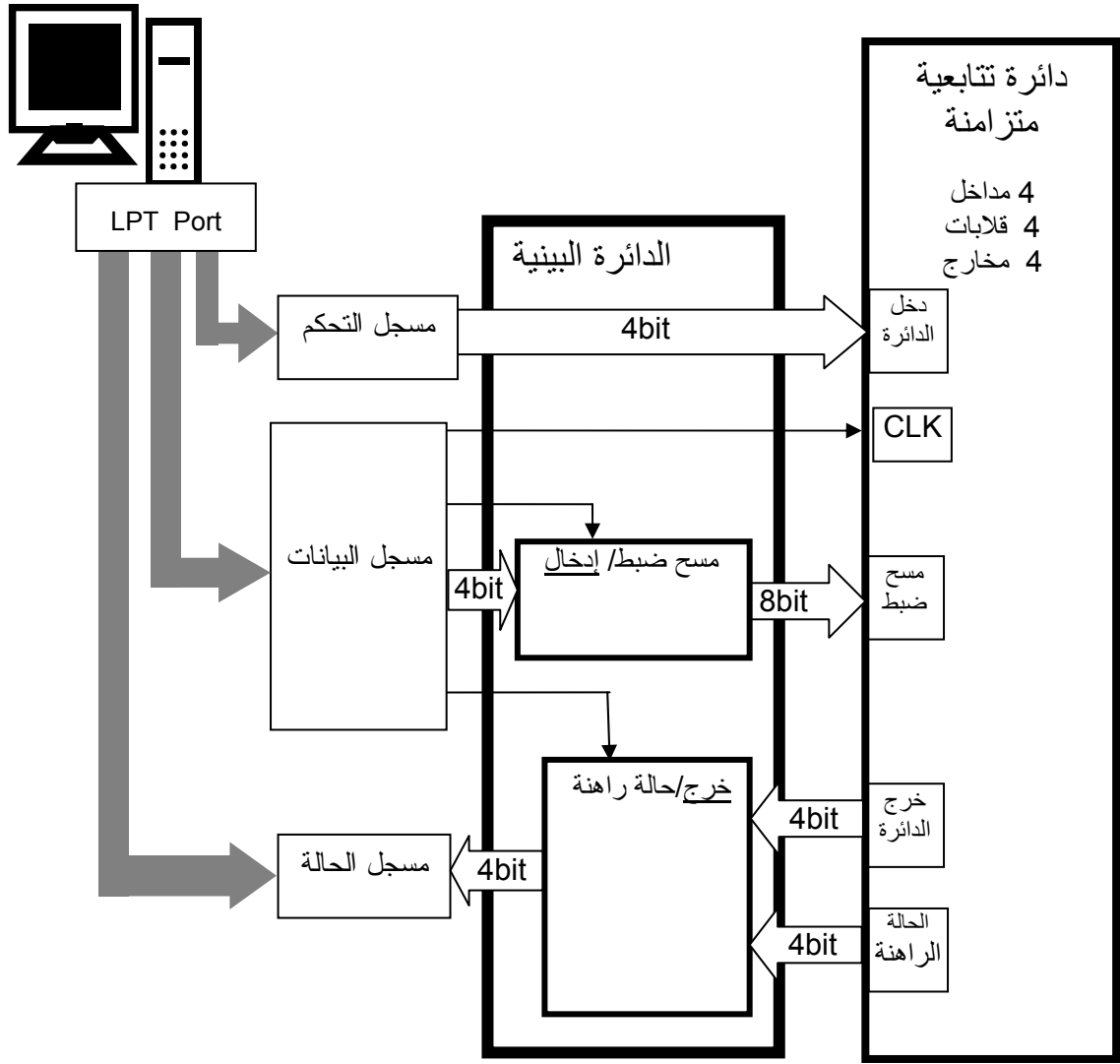
رجوع طباعة تحليل دائرة جديدة بدء التحليل جدول الحالات

	Y1	Y0	+Q1	+Q0	X2	X1	X0	Q1	Q0
					0	0	0	0	0
					0	0	1	0	0
					0	1	0	0	0
					0	1	1	0	0
					1	0	0	0	0
					1	0	1	0	0

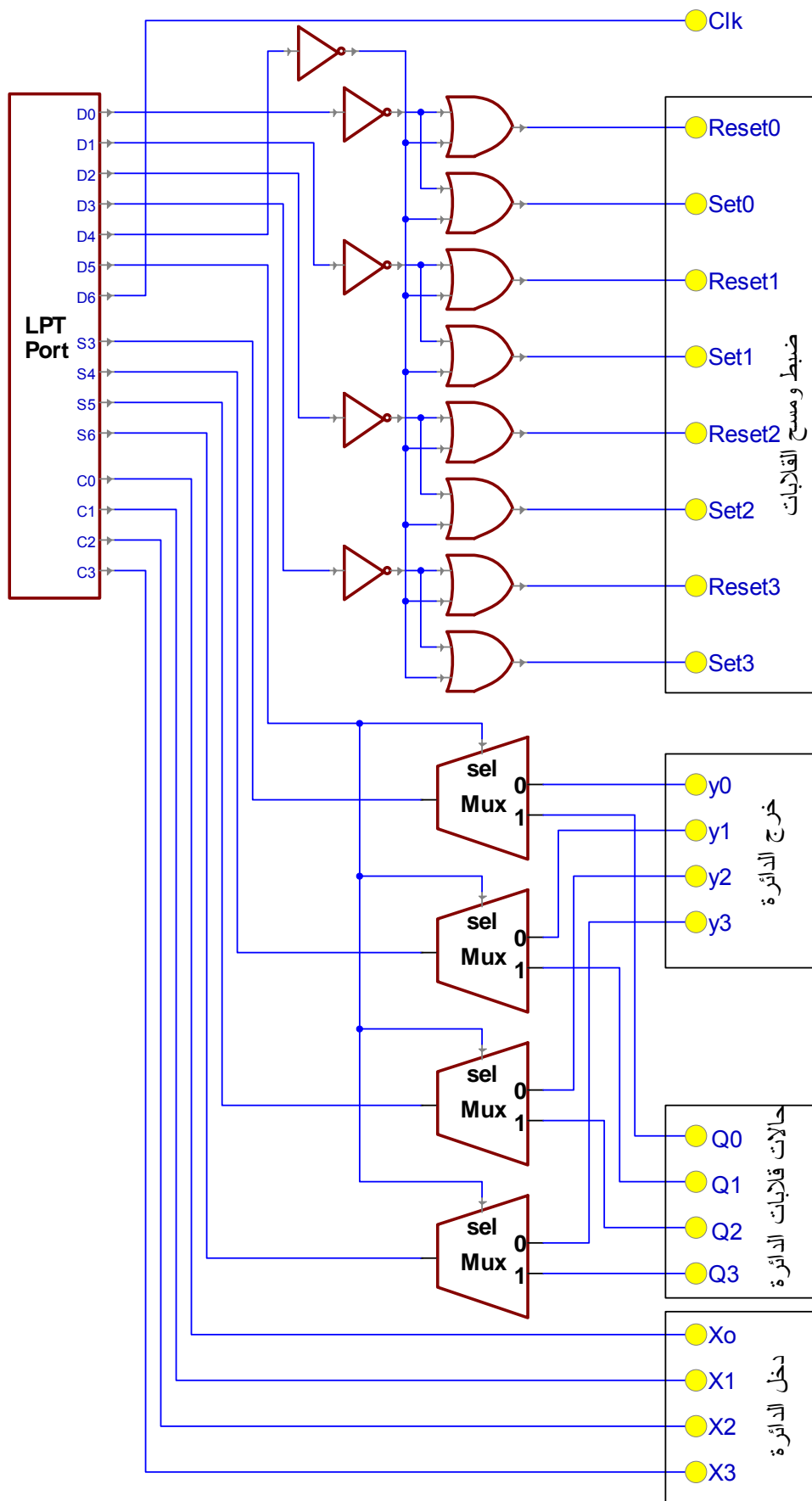
شكل (9) برنامج تحليل الدائرة

2.4 الجزء المادي

يوفر منفذ الطابعة LPT port المطلوب استعماله في توصيل المنظومة بالدائرة المراد تحليلها على منفذ بحجم 8 bit للإخراج (منفذ البيانات Data)، ومنفذ آخر بحجم 4 bit للإخراج (منفذ التحكم Control)، ومنفذ بحجم 5 bit للإدخال (منفذ الحالة Status). بينما المنظومة التي تم تصميمها تتطلب كحد أقصى 4 مداخل و 4 قلابات و 4 مخرج، أي أنها تحتاج إلى 8 bit لضبط ومسح القلابات (2bit لكل قلاب) و 1 bit لإشارة الساعة CLK و 4 bit كمدخل للدائرة مع 4 bit لقراءة خرج للدائرة و 4 bit لقراءة الحالة الراهنة. وللتوفيق بين ما هو مطلوب للدائرة التتابعية وبين ما هو متوفر فعلا في المنفذ تم تصميم دائرة بينية، الشكل (10) يوضح المخطط الصندوقي لعمل الدائرة البينية. حيث تم عن طريق هذه الدائرة البينية استعمال الخطوط الأربعة لمسجل التحكم $\bar{C}_0\bar{C}_1\bar{C}_2\bar{C}_3$ كمدخل للدائرة. أما مسجل البيانات $D_0D_1D_2D_3D_4D_5D_6D_7$ فتم استعمال أحد خطوطه لنبضة الساعة، وخط آخر لتحديد ما إذا كانت الدائرة في نمط الإدخال أم في نمط الضبط والمسح (1 تعني ضبط أو مسح، 0 تعني إدخال)، وأربع خطوط كل خط منها يختص بضبط أو مسح قلاب من قلابات الدائرة، وخط أخير لتحديد ما إذا كانت عملية القراءة ستتم لخرج الدائرة أم لحالات القلابات (1 تعني قراءة حالة راهنة، 0 تعني قراءة خرج). أما بالنسبة لمسجل الحالة $S_3S_4S_5S_6S_7$ فتم استعمال أربع خطوط منه للقراءة من الدائرة (الخرج والحالة القادمة). الشكل (11) يوضح المخطط التفصيلي للجزء العملي.



شكل (10) المخطط الصندوقي للدائرة البيئية



الشكل (11) المخطط التفصيلي للدائرة البينية.

المراجع

1. فتحي حمد بن شتوان، نبيل عثمان، " التصميم الرقمي"، مكتبة طرابلس العالمية، المعهد العالي للصناعة 1997.
2. سعيد عبد العزيز العاني، "تطبيقات في لغة فيجول بيسك Application In VB Language"، دار الحامد للنشر والتوزيع، الأردن_عمان.
3. مجدي محمد أبو العطا، "تعرف على الحاسب الشخصي"، كمبيوساينس العربية لعلوم الحاسب، الطبعة الرابعة والمحصنة، 1998م.
4. Morris Mano, "Digital Design", Prentice Hall, Third Edition 2002.
5. Sajjan G. Shjiva, Huntsville, " Introduction to Logic Design", MARCEL DEKKER Inc, second Edition, 1998