

شكر وتقدير:

الحمد لله السميع العليم ذي العزة والفضل العظيم والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين محمد الرسول الكريم وعلى آله

وصحبه أجمعين، اما بعد مصداقا لقوله تعالى: " **وإذ تأذن ربك لئن شكرتم لأزيدنكم** " نشكر الله عز وجل على تيسيره لنا

درب العلم والمعرفة وإعانتة لنا على إتمام هذا العمل، فالحمد لله على ما باركت لنا في سعينا يا الله ولك الفضل في الدنيا و

الآخرة .

كما أتقدم بجزيل الشكر والإمتنان للأستاذ " مريان براهيم " لقبوله الإشراف على هذه الدراسة وماقدمه من نصائح وتوجيهات

طيلة إجراء هذه الدراسة من خلال إرشاداته وتوجيهاته في كل خطوات البحث المنجز

وأتقدم بالشكر والإمتنان إلى أفراد العائلة الكريمة وإلى كل من مد لنا يد العون من قريب أو بعيد وساعد في إنجاز هذا العمل

بتعاونه أو تشجيعه فأقول لكم بارك الله فيكم وجزاكم الله خير الجزاء

والشكر أيضا إلى المناقشين الذين تفضلوا بقبول مناقشة هذه الدراسة وبذلا للوقت والجهد في التدقيق وإثراء هذا البحث شكلا

ومضمونا

إهداء:

إن الحمد لله، نحمده ونستعينه ونستغفره، ونعوذ بالله من شرور أنفسنا ومن سيئات أعمالنا، من يهده الله فلا مضل له،
ومن يُضلل فلا هادي له. وأشهد أن لا إله إلا الله، وحده لا شريك له، وأشهد أن محمدًا عبده ورسوله، صَلَّى اللهُ عَلَيْهِ وَعَلَى آلِهِ
وصحبه وسلّم تسليمًا كثيرًا.

إلى عائلتي الكريمة، من كانوا لي السند والدعم في مسيرتي.

إهداء خاص إلى أمي الحبيبة، التي لم تبخل عليّ بمجانها ودعائها، وإلى أبي رحمه الله، الذي زرع فيّ القيم وأرشدني درب الاجتهاد، فلهما
مني كل المحبة والدعاء، وأسأل الله أن يجعل هذا العمل في ميزان حسناتهما.

وإلى كل من عرفني، وزملاءً وأصدقاء . . . أولئك الذين كانوا لي خير معين بالكلمة والموقف الصادق، أهدى هذا العمل عربون تقدير

وامتنان.

مقراني كريم

ملخص:

تهدف هذه المذكرة إلى تصميم وإنجاز جهاز إلكتروني مخصص لتشخيص العناصر الإلكترونية الشائعة الاستعمال، مثل المقاومات، المكثفات، الترانزستورات، بعض الدارات المندمجة، المحول، المرحل، ... وقد انطلق العمل بدراسة نظرية شاملة تناولت الخصائص الأساسية لهذه العناصر، إلى جانب أجهزة القياس المستعملة في عملية التشخيص. بعد ذلك، تم التطرق إلى تصميم الدارات الخاصة بكل عنصر على حدة، مع مراعاة المبادئ الكهربائية الأساسية لضمان دقة وفعالية التشخيص. كما تضمن المشروع إنجاز طابق تغذية مستمرة متناظرة بهدف تأمين تشغيل مستقر وفعال للدارات. وقد دُعمت الدراسة بمحاكاة وتحليل للنتائج المتحصّل عليها، والتي أظهرت تطابقاً واضحاً مع المعطيات النظرية. ويمثل هذا العمل أداة تعليمية وعملية تُساهم في تسريع فحص العناصر واكتشاف الأعطال في وقت وجيز.

كلمات مفتاحية: تشخيص العناصر الإلكترونية، جهاز التشخيص، التحليل النظري والتطبيقي، ، بطاقة

الكثرونية، المحاكاة، الدوائر الإلكترونية.

Abstract:

Abstract:

This dissertation aims to design and implement an electronic device dedicated to diagnosing commonly used electronic components such as resistors, capacitors, transistors, selected integrated circuits, transformers, relays, and others. The work began with a comprehensive theoretical study that examined the fundamental characteristics of these components, along with the measurement instruments employed in the diagnostic process. Subsequently, dedicated circuits were designed for each component individually, taking into account the essential electrical principles to ensure diagnostic accuracy and effectiveness. The project also included the development of a symmetrical DC power supply stage to provide stable and efficient operation for the circuits. Furthermore, the study was supported by simulations and analysis of the obtained results that showed clear agreement with the theoretical expectations. This work serves as both an educational and practical tool that contributes to accelerating component diagnosis and fault detection within a short time.

Keywords: Electronic component diagnosis, diagnostic device, theoretical and practical analysis, electronic board, simulation, electronic circuits.

Résumé

Résumé

Ce mémoire a pour objectif la conception et la réalisation d'un dispositif électronique dédié au diagnostic des composants électroniques couramment utilisés, tels que les résistances, les condensateurs, les transistors, certains circuits intégrés, les transformateurs, les relais, et d'autres encore. Le travail a débuté par une étude théorique approfondie portant sur les caractéristiques fondamentales de ces composants, ainsi que sur les instruments de mesure utilisés dans le processus de diagnostic. Ensuite, des circuits spécifiques ont été conçus pour chaque composant, en tenant compte des principes électriques de base afin de garantir la précision et l'efficacité du diagnostic. Le projet a également inclus la réalisation d'un étage d'alimentation continue symétrique pour assurer un fonctionnement stable et efficace des circuits. L'étude a été appuyée par des simulations et une analyse des résultats obtenus, lesquels ont montré une concordance claire avec les attentes théoriques. Ce travail constitue un outil à la fois pédagogique et pratique, contribuant à accélérer le diagnostic des composants et la détection des pannes dans un délai réduit.

Mots-clés: Diagnostic des composants électroniques, appareil de diagnostic, analyse théorique et pratique, carte électronique, simulation, circuits électroniques.

انظر

الفهرس

4	المقدمة:	1
4	المقاومة:	1.1
4	تعريف المقاومة:	1.1.1
5	أنواع المقاومات:	2.1
5	المقاومات الخطية:	1.2.1
6	المقاومات الغير الخطية:	2.2.1
8	المكثفات:	3.1
8	تعريف المكثفة:	1.3.1
9	مبدأ عمل المكثفة:	2.3.1
9	خصائص المكثفة:	3.3.1
9	بعض التطبيقات الأساسية للمكثف:	4.3.1
11	أنواع المكثفات:	5.3.1
12	الملفات (الوشائع):	4.1
13	الملفات والحث الذاتي:	1.4.1
14	أنواع الملفات	2.4.1
15	المحول الكهربائي	5.1
15	مبدأ عمل المحول الكهربائي	1.5.1
16	علاقات الجهد والتيار في المحول الكهربائي:	2.5.1
16	المرحلات RELAY:	6.1
16	تعريف المرحلات:	1.6.1

17.....	أنواع المرحلات:	2.6.1	
20	الصمام الثنائي (Diode):	7.1	
20.....	تعريف الصمام الثنائي:	1.7.1	
21.....	مبدأ عمل الثنائي:	2.7.1	
22.....	المنحنى المميز للثنائي:	3.7.1	
23.....	بعض أنواع الثنائي:	4.7.1	
25.....	استخدامات ثنائي الوصلة:	5.7.1	
25	الترانزستورات Transistors:	8.1	
25.....	الترانزستور ثنائي القطبية Bipolar Junction Transistor:	1.8.1	
27.....	مبدأ عمل الترانزستور ثنائي القطبية:	2.8.1	
28.....	خصائص الترانزستور:	3.8.1	
29.....	معاملات الترانزستور:	4.8.1	
29.....	دوائر توصيل الترانزستور ثنائي القطبية:	5.8.1	
31.....	خصائص الوصلات:	6.8.1	
32.....	استخدامات الترانزستور:	7.8.1	
32	المؤقت الزمني متعدد الأغراض NE555:	9.1	
32.....	تعريف المؤقت الزمني NE555:	1.9.1	
33.....	وصف الأقطاب وتسميتها:	2.9.1	
33.....	أنماط عمل الدارة المتكاملة 555:	3.9.1	
34	المضخم العملي (Operational Amplifier):	10.1	
34.....	التركيبية الداخلية ورمزه المضخم العملي:	1.10.1	

35.....	الدارة المتكاملة لمضخم العمليات:	2.10.1	
35.....	استعمالات مضخم العمليات كمقارن	3.10.1	
36	مكبرات الصوت.....	11.1	
36	شريحة العزل الضوئي:	12.1	
37	المحرك الكهربائي:	13.1	
38	المفاتيح الكهربائية:	14.1	
38	شاشة ذات سبع قطع segment-7:	15.1	
39.....	أنواع شاشات العرض سباعية القطع:	1.15.1	
42	المقدمة		2
42	القياس	1.2	
42.....	وحدات القياس	1.1.2	
43.....	النظام الدولي للوحدات SI	2.1.2	
43	أجهزة القياس الكهربائية:	2.2	
43.....	تصنيف طرق القياس:	1.2.2	
44.....	تعريف الخطأ المطلق للقياس:	2.2.2	
44.....	تعريف الخطأ النسبي:	3.2.2	
44	تصنيف أجهزة القياس حسب مبدأ التشغيل:	3.2	
44.....	أجهزة القياس التماثلية:	1.3.2	
45.....	أجهزة القياس الرقمية:	2.3.2	
45.....	أجهزة القياس التكاملية:	3.3.2	
46.....	أجهزة القياس التسجيلية:	4.3.2	

46	أنواع أجهزة القياس:	4.2
46.....	أجهزة القياس التماثلية:	1.4.2
51.....	أجهزة القياس الرقمية	2.4.2
56	اختبار بعض العناصر الالكترونية باستعمال جهاز متعدد القياسات:	5.2
56.....	إختبار المنصهرة:	1.5.2
56.....	إختبار المكثفة:	2.5.2
57.....	إختبار الوشيعة:	3.5.2
57.....	إختبار المحول الكهربائي:	4.5.2
58.....	اختبار صلاحية المرهل:	5.5.2
58.....	إختبار الصمام الثنائي:	6.5.2
59.....	اختبار صلاحية الثنائي الضوئي LED:	7.5.2
59.....	اختبار صلاحية الترانزستور ثنائي القطبية BJT:	8.5.2
60.....	تشخيص الدارة المدمجة NE555:	9.5.2
63	مقدمة:	3
63	مبدأ العمل:	1.3
63	التصميم الصندوقي للمشروع:	2.3
65	دراسة وإنجاز طابق التغذية:	3.3
65.....	بطاقة التغذية المتناظرة $V_{12} \pm$:	1.3.3
65	تشخيص الطابق B :	4.3
65.....	تشخيص الصمام الثنائي:	1.4.3
67.....	تشخيص الوشيعة:	2.4.3

69.....	تشخيص المحول:	3.4.3
70.....	تشخيص المرحل:	4.4.3
72.....	تشخيص الزر الضاغط (BoutonPoussoir):	5.4.3
73.....	تشخيص مكبرات الصوت:	6.4.3
75.....	تشخيص محرك التيار المستمر:	7.4.3
76	تشخيص الطابق E	5.3
76.....	تشخيص ترانزستور ثنائي القطبية	1.5.3
79	تشخيص الطابق C	6.3
79.....	تشخيص المكثفة:	1.6.3
81.....	تشخيص الدارة المندمجة NE555:	2.6.3
82.....	تشخيص المقاومة المتغيرة	3.6.3
83.....	تشخيص المقاومة الضوئية	4.6.3
84.....	تشخيص المقاومة الحرارية:	5.6.3
85	تشخيص الطابق G	7.3
85.....	تشخيص المضخم العملي LM741	1.7.3
87	تشخيص استمرارية التوصيل في الدارة المطبوعة	8.3
88	تشخيص الطابق H:	9.3
88.....	تشخيص الشاشة ذات سبعة قطع (7-Segment):	1.9.3
89.....	حالات التشخيص:	2.9.3
89	تشخيص الرابط الضوئي optocoupleur:	10.3
90.....	حالات التشخيص:	1.10.3

93	مقدمة:	4
93	التركيب الإجمالي لجهاز التشخيص المنجز	1.4
94	التركيب الإجمالي للمشروع حسب دائرة تشخيص كل عنصر:	2.4
95	محاكات الطابق التغذية	3.4
95	بطاقة التغذية المتناظرة $V_{12\pm}$	1.3.4
97	محاكات الطابق B:	4.4
97	تشخيص الصمام الثنائي:	1.4.4
100	تشخيص الوشيعة:	2.4.4
102	تشخيص المحول:	3.4.4
103	تشخيص المرحل:	4.4.4
104	تشخيص الزر الضاغط:	5.4.4
105	تشخيص مكبر الصوت:	6.4.4
106	تشخيص محرك التيار المستمر:	7.4.4
107	محاكات الطابق E:	5.4
107	تشخيص ترانزستور ثنائي القطبية:	1.5.4
110	تشخيص الطابق C:	6.4
110	تشخيص المكثفة:	1.6.4
111	تشخيص الدارة المندمجة NE555 :	2.6.4
112	تشخيص المقاومة المتغيرة:	3.6.4
114	تشخيص المقاومة الضوئية:	4.6.4
116	تشخيص المقاومة الحرارية:	5.6.4

117.....	محاكات الطابق G:	7.4
117.....	تشخيص المضخم العملي LM741:	1.7.4
119.....	محاكات الطابق H:	8.4
119.....	تشخيص الشاشة ذات سبعة قطع (Segment-7):	1.8.4
120.....	محاكات الطابق F:	9.4
120.....	تشخيص الرابط الضوئي:	1.9.4
123.....	البطاقة الإلكترونية المطبوعة:	10.4

فهرس الأشكال

الصفحة	عنوان الشكل	رقم الشكل
الفصل الأول		
4	الرمز الأمريكي والأوروبي للمقاومة	(1.I)
6	بعض أنواع المقاومات المتغيرة	(2.I)
7	العلاقة بن شدة الإضاءة وقيمة المقاومة	(3.I)
7	شكل ورمز المقاومة الضوئية (LDR)	(4.I)
7	رمز وأشكال المقاومة الحرارية	(5.I)
8	منحني تغير مقاومتي CTN و CTP بدلالة درجة الحرارة.	(6.I)
8	التركيب الأساسي للمكثفة	(7.I)
9	رمز المكثفة	(8.I)
10	مكثف ترشيح في مصدر جهد مستمر	(9.I)
10	تركيب مكثفة في حالة شحن وتفريغ	(10.I)
10	منحني تطور التوتر والتيار أثناء شحن المكثفة	(11.I)
11	منحني تطور التوتر والتيار أثناء تفريغ المكثفة	(12.I)
12	المكثفة المتغيرة	(13.I)
12	بعض أنواع الملفات	(14.I)
13	خطوط المجال المغناطيسي حول الوشيعية	(15.I)

14	رمز الملف ذو القلب الهوائي	(16.I)
14	ملفات ذات قلب من مادة الفيبريت	(17.I)
15	أنواع ورموز الملفات	(18.I)
15	شكل ورمز المحول الكهربائي	(19.I)
16	التركيب الداخلي للمحول الكهربائي	(20.I)
17	بعض أنواع المرحلات الكهربائية	(21.I)
18	مبدأ عمل المرحل الكهروميكانيكي	(22.I)
18	الرمز الإلكتروني للمرحل	(23.I)
19	الملف المغناطيسي ومفتاح المرحل	(24.I)
19	يوضح دائرة مرحل الحالة الصلبة	(25.I)
20	رمز وشكل ثنائي الوصلة	(26.I)
21	التركيب الإلكتروني للثنائي	(27.I)
21	الانحياز الأمامي للثنائي	(28.I)
22	الانحياز العكسي للثنائي	(29.I)
23	المنحني الخواص لثنائي شبه الموصل	(30.I)
24	بعض أنواع الثنائيات الباعثة للضوء	(32.I)
24	منحني خصائص الثنائي الباعث للضوء لمختلف الألوان	(33.I)
24	دائرة توصيل الثنائي المستقبل للضوء	(34.I)
25	تركيب الترانزستور ورمزه	(35.I)
27	الدائرة المكافئة للترانزستور بالثنائيات	(36.I)
27	توزيع التيارات والجهود للترانزستور نوع (NPN) ونوع (PNP)	(37.I)
28	توصيل الجهود مع الترانزستورات ثنائية الوصلة من نوع (PNP) و (NPN) لتحقيق الانحياز	(38.I)
30	دائرة القاعدة المشتركة للترانزستور pnp	(39.I)
30	دائرة الباعث المشترك لترانزستور من النوع NPN	(40.I)
31	دائرة الجامع المشترك لترانزستور من النوع NPN	(41.I)
32	شكل المؤقت الزمني 555	(42.I)
33	أقطاب المؤقت الزمني 555	(43.I)
34	بعض تطبيقات المذبذب عديم الاستقرار	(44.I)

34	التركيبية الداخلية وشكل المضخم العملي	(45.I)
35	الدارة المتكاملة لمضخم العمليات 741LM	(46.I)
36	شريحة العزل الضوئي	(47.I)
38	مكونات المحرك الكهربائي	(48.I)
39	أنواع شاشات العرض سباعية القطع	(49.I)
الفصل الثاني:		
45	جهاز متعدد القياسات التماثلي.	(1.II)
45	جهاز قياس التيار.	(2.II)
45	الجهاز متعدد القياسات الرقمي.	(3.II)
45	جهاز قياس استهلاك الطاقة الكهربائية.	(4.II)
46	جهاز قياس جهاز قياس الرطوبة والحرارة KKK 508 مع حركة ميكانيكية	(5.II)
47	جهاز قياس ذو ملف متحرك - نموذج PM 2-500MA -	(6.II)
47	أجهزة القياس ذات القلب الحديدي المتحرك من النوع التجاذبي	(7.II)
48	أجهزة قياس المغناطيس المتحرك	(8.II)
48	جهاز الأمبير متر التماثلي	(9.II)
49	جهاز الأوم متر التناظري	(10.II)
49	جهاز الفولت ميتر التناظري	(11.II)
50	أحد أجهزة الأومميتر التناظري	(12.II)
50	جهاز راسم الإهتزاز المهبطي التماثلي	(13.II)
51	مخطط صندوقي لأجهزة القياس الرقمية	(14.II)
52	جهاز متعدد القياسات الرقمي الذكي	(15.II)
54	جهاز راسم الاهتزاز المهبطي الرقمي	(16.II)
54	الفرق بين الجهاز الرقمي والتماثلي	(17.II)
55	الكامشة المتعددة القياسات	(18.II)
56	طريقة إختبار المنصهرة	(19.II)
57	طريقة إختبار المكثفة	(20.II)
57	إختبار صلاحية الوشيعه باستخدام متعدد القياسات	(21.II)
57	إختبار صلاحية المحول الكهربائي باستخدام متعدد القياسات	(22.II)

58	اختبار صلاحية المرحل باستخدام متعدد القياسات	(23.II)
58	اختبار صلاحية الصمام الثنائي باستخدام متعدد القياسات	(24.II)
59	اختبار صلاحية الثنائي الضوئي LED باستخدام متعدد القياسات	(25.II)
59	اختبار صلاحية ترانزستور NPN باستخدام متعدد القياسات	(26.II)
60	اختبار صلاحية ترانزستور PNP باستخدام متعدد القياسات	(27.II)
61	اختبار صلاحية NE555 باستخدام متعدد القياسات	(28.II)
الفصل الثالث		
64	التصميم الصندوقي للمشروع	1
65	دائرة التغذية	(1.III)
66	تركيب الخاص بتشخيص الصمام الثنائي	(2.III)
68	تركيب الخاص بتشخيص الوشيعة	(3.III)
69	تركيب الخاص بتشخيص المحول	(4.III)
70	تركيب الخاص بتشخيص المرحل	(5.III)
72	تركيب الخاص بتشخيص الزر الضاغط	(6.III)
74	تركيب الخاص بتشخيص مكبر الصوت	(7.III)
75	تركيب الخاص بتشخيص محرك التيار المستمر	(8 .III)
76	تركيب الخاص بتشخيص ترانزستور ثنائي القطبية بنوعيه npn و pnp	(9.III)
79	تركيب الخاص بتشخيص المكثفة	(10.III)
80	إشارة مربعة خلال وجود مكثفة سليمة في الدارة	(11.III)
80	تركيب الخاص بالمكثفة في حالة تلفها أو غيابها	(12.III)
81	تركيب الخاص بالدارة المندمجة	(13.III)
82	تركيب الخاص بالمقاومة المتغيرة	(14.III)
84	تركيب الخاص بالمقاومة الضوئية	(15.III)
85	تركيب الخاص بالمقاومة الحرارية	(16.III)
86	تركيب الخاص بالمضخم العملي	(17.III)
87	تركيب الخاص باستمرارية التوصيل في الدارة المطبوعة	(18.III)
88	تركيب الخاص بالشاشة ذات سبعة قطع (7-Segment)	(19.III)

90	تركيب الخاص الرابط الضوئي	(20.III)
الفصل الرابع		
93	التركيب الإجمالي لجهاز تشخيص العناصر المنجز	1
94	التركيب الإجمالي للمشروع حسب دارة تشخيص كل عنصر	2
95	بطاقة التغذية المتناظرة	(1. IV)
95	نتائج المحاكاة لدارة التحويل والتقويم	(2. IV)
96	نتائج المحاكاة لدارة الترشيح والتثبيت	(3. IV)
96	نتائج المحاكاة لدارة التثبيت	(4. IV)
96	نتائج المحاكاة لدارة التغذية المتناظرة	(5. IV)
98	تشخيص الصمام أثناء الاستقطاب المباشر	(6. IV)
99	تشخيص الصمام أثناء الاستقطاب العكسي	(7. IV)
99	تشخيص الصمام أثناء الاستقطاب المباشر	(8. IV)
99	نتائج تشخيص الصمام الثنائي أثناء الاستقطاب المباشر باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي	(9. IV)
100	نتائج تشخيص الصمام الثنائي أثناء الاستقطاب العكسي	(10. IV)
100	نتائج تشخيص الصمام الثنائي أثناء الاستقطاب العكسي باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي	(11. IV)
104	التركيب بالمحاكاة لتشخيص الزر الضاغط	(12. IV)
108	نتائج محاكات الترانزستور NPN	(13. IV)
109	نتائج محاكات الترانزستور PNP	(14. IV)
109	نتائج تشخيص الترانزستور NPN بالمحاكات	(15. IV)
109	نتائج تشخيص الترانزستور NPN باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي	(17. IV)
110	نتائج تشخيص المكثفة بالمحاكات	(18. IV)
111	نتائج تشخيص المكثفة باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي	(19. IV)
112	نتائج تشخيص NE555 بالمحاكات NE555	(20. IV)
112	نتائج تشخيص NE555 باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي	(21. IV)
113	نتائج تشخيص المقاومة المتغيرة بالمحاكات	(22. IV)

114	نتائج تشخيص المقاومة المتغيرة باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي	(23. IV)
115	منحني تغير التردد بدلالة التغير في المقاومة الضوئية في الطابق C	(24. IV)
115	نتائج تشخيص المقاومة الضوئية (LDR) في الطابق G باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي	(25. IV)
116	منحني تغير التردد بدلالة التغير في المقاومة الحرارية الطابق C	(26. IV)
117	نتائج تشخيص المقاومة الحرارية CTN في الطابق G باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي	(27. IV)
118	نتائج محاكات (LED1 و LED2)	(28. IV)
122	تصميم الدارة الإلكترونية بواسطة برنامج	(29. IV)
122	صورة تظهر المسارات على الصفحة النحاسية	(30. IV)
123	البطاقة المطبوعة المستعملة في تشخيص العناصر الالكترونية	(31. IV)
124	الشكل النهائي لجهاز تشخيص العناصر الإلكتروني	(31. IV)

فهرس الجداول

الصفحة	العنوان	رقم الجدول
الفصل الأول		
31	خصائص الوصلات الثلاث لترانزستور BJT	(1.I)
الفصل الثاني		
43	الوحدات الدولية الأساسية	(1.I I)
الفصل الثالث		
67	التراكيب الخاصة بتشخيص الصمام الثنائي	(1.III)
68	التراكيب الخاصة بتشخيص الوشيعة	(2.III)
70	التراكيب الخاصة بتشخيص المحول	(3.III)
71	التراكيب الخاصة بتشخيص الزر الضاغط	(4.III)
73	التراكيب الخاصة بتشخيص الزر الضاغط	(5.III)

74	التركيب الخاصة بتشخيص مكبر الصوت	(6.III)
78	يلخص حالات تشخيص الترانزستور	(7.III)
89	يبين حالات تشخيص الشاشة (7-Segment)	(8.III)
91	يبين حالات تشخيص الرابط الضوئي	(9.III)
الفصل الرابع		
97	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص الثنائي	(1. IV)
98	نتائج تشخيص الصمام الثنائي	(2. IV)
101	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص الوشيعه	(3. IV)
101	نتائج تشخيص الوشيعه	(4. IV)
102	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المحول	(5. IV)
102	نتائج تشخيص المحول	(6. IV)
103	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المرحل.	(7. IV)
104	نتائج تشخيص المرحل	(8. IV)
105	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص مكبر الصوت.	(9. IV)
105	نتائج تشخيص مكبر الصوت	(10. IV)
106	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص محرك التيار المستمر.	(11. IV)
106	نتائج تشخيص محرك التيار المستمر	(12. IV)
107	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص ترانزستور NPN.	(13. IV)
108	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص ترانزستور PNP.	(14. IV)
109	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المكثفه .	(15. IV)
111	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص NE555 .	(16. IV)
113	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المقاومة المتغيرة.	(17. IV)
114	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المقاومة الضوئية	(18. IV)
116	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المقاومة الحرارية.	(19. IV)
118	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المضخم العملي LM741.	(20. IV)
119	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص الشاشة (7-Segment).	(21. IV)
119	نتائج تشخيص الشاشة (7-Segment).	(22. IV)

120	التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص الرابط الضوئي.	(23. IV)
121	نتائج تشخيص الرابط الضوئي	(24. IV)

المقدمة العامة

يُعد مجال كشف أعطال الدوائر والأجهزة الإلكترونية من الميادين التقنية التي تعتمد بدرجة كبيرة على الجهد الذهني والفكري أكثر من اعتمادها على المهارة اليدوية. إذ يتطلب هذا المجال تركيزًا عاليًا وتنظيمًا دقيقًا للأفكار، وذلك بهدف تحديد الأعطال بأقصى سرعة ممكنة. ولا يمكن تحقيق ذلك دون امتلاك معرفة كافية بكيفية عمل مكونات الدارة ووظائف كل عنصر إلكتروني فيها. بمجرد تحديد العطل، تنتقل المهارة من الجانب الذهني إلى الجانب العملي، حيث يصبح من الضروري امتلاك كفاءة في فك وتركيب العناصر الإلكترونية المتضررة.

توجد عدة طرق وتقنيات معتمدة لتحديد الأعطال في الدوائر الإلكترونية، يمكن استخدامها أو الجمع بينها حسب الحاجة. من أبرز هذه الطرق: الفحص الظاهري، تتبع أثر الإشارة، اختبار القياس، المنهج الإحصائي، وطريقة التجنب. وغالبًا ما تُستخدم أكثر من طريقة واحدة في عملية التشخيص. وفي إطار هذا المشروع، قمنا بدراسة وإنجاز بطاقة إلكترونية تعمل على تشخيص العناصر الإلكترونية الأكثر استعمالًا، وتحديد مدى صلاحيتها للاستعمال.

تهدف هذه الدراسة إلى تسهيل عملية فحص العناصر الإلكترونية، وتوفير الوقت أثناء إنجاز المشاريع في المخابر، لا سيما أن تلف أحد المكونات قد يؤدي إلى تعطيل المشروع أو الحاجة إلى صيانة مطولة للدارة. كما أن بعض العناصر لا يظهر تلفها من خلال مظهرها الخارجي، واستخدام أجهزة القياس التقليدية مثل متعدد القياسات قد لا يوفر نتائج دقيقة، خاصة في حالات التلف الجزئي للدوائر المدمجة. تم تقسيم المذكرة إلى أربعة فصول مترابطة:

الفصل الأول: يتناول دراسة عامة حول العناصر الإلكترونية الأساسية التي سيتم تشخيصها، من حيث أنواعها، خصائصها، ورموزها، مع إعطاء لمحة عن سلوكها في الدارات، مع دعم الشرح برسوم توضيحية وبيانات تقنية.

الفصل الثاني: مخصص لعرض أهم أجهزة القياس التقليدية والحديثة، مثل الملتيميتر، الفولتميتر، الأميتر، (التمائلي والرقمي)، والأوسيلوسكوب (التمائلي والرقمي)، مع عرض طرق تشخيص بعض العناصر باستخدام هذه الأجهزة.

الفصل الثالث:

يركز على تشخيص العناصر إلكترونيًا عبر برامج المحاكاة، وذلك للتحقق من صحة الفرضيات النظرية والتصميم الأولي للجهاز المقترح، وفق دفتر شروط محدد.

الفصل الرابع:

يُعنى بمرحلة الإنجاز الفعلي، حيث تم بناء البطاقة الإلكترونية واختبارها ميدانيًا، مع تحليل النتائج ومقارنتها بالنتائج النظرية والمحاكات السابقة، ما سمح بالتأكد من فاعلية وصلاحية التصميم النهائي.

ما يميز هذا الجهاز المقترح هو بساطته وسهولة استخدامه، إذ لا يتطلب خبرة تقنية عالية، ما يجعله مناسبًا لفئات متعددة، منها طلبة التعليم الثانوي، التقنيون، المبتدئون في مجال الإلكترونيات، وحتى مصلحو الأجهزة الإلكترونية. فهو يوفر وسيلة سريعة وعملية لتحديد صلاحية العناصر في ثوانٍ معدودة، مما يختصر الوقت ويُحسن دقة العمل.

الفصل الأول:

دراسة نظرية للعناصر

الإلكترونية

1 المقدمة:

العنصر الالكتروني، هو أي جهاز فيزيائي مادي، يحدث فيه تأثير معين نتيجة مرور تيار من الالكترونات عبره، وذلك عند وضعه ضمن دائرة كهربائية ذات قيمة محددة للجهد الكهربائي. في عالم الدارات الالكترونية والكهربائية، فان أي دائرة تتألف من عدد محدد من العناصر الالكترونية. كل عنصر من هذه العناصر الالكترونية يقوم بتنفيذ وظيفة معينة، وتكامل وظائف العناصر الالكترونية كلها سيؤدي للحصول على الوظيفة المطلوبة من الدارة الكهربائية أو الالكترونية ككل، مهما كان نوع الدارة وطبيعتها، أي كانت دائرة حاسوبية رقمية، او دائرة تحكم الي، او دائرة تغذية كهربائية، أو دائرة تحسس وقياس، وغيرها. وفي هذا الفصل سنتطرق لدراسة بعض العناصر الإلكترونية مثل المقاومة، المكثفة، الوشيعية، المقحل،الخ.

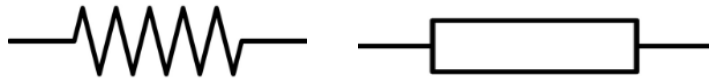
1.1 المقاومة:

1.1.1 تعريف المقاومة:

هي خاصية ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي فيه مما ينتج عنها ارتفاع في درجة حرارته، يرمز لها بالرمز R . وتقاس المقاومة الكهربائية بالأوم ويرمز لها بالحرف Ω ، تعتبر المقاومة عنصر الأكثر استخداما كثير الاستخدام في الدوائر الإلكترونية وفوائدها في هذه الدوائر أنها تتحكم في التيار والجهد [1].

1.1.1.1 التمثيل ووحدات القياس:

تمثل المقاومة في الدارة الكهربائية ب:



الشكل (1.I): الرمز الأمريكي والأوروبي للمقاومة

تقاس المقاومة بوحدة الأوم Ohm، ويرمز لها بالرمز R .

2.1.1.1 مميزات المقاومة:

للمقاومة عدة مميزات ومواصفات منها:

• طول السلك:

فكلما زاد طول السلك زادت المقاومة وقل التيار الذي يسري في ذلك السلك.

• درجة الحرارة:

حيث يؤدي ارتفاع درجة الحرارة إلى زيادة المقاومة بسبب اهتزاز الذرات داخل السلك مما يزيد من صعوبة مرور التيار الكهربائي داخل السلك.

● المساحة العرضية للسلك:

فزيادة مساحة السلك تسهل مرور التيار الكهربائي داخلها فتقل المقاومة الكهربائية، وكما تختلف المقاومة في شكلها ونوعها من الممكن ان تكون ثابتة ام متغيرة [1].

3.1.1.1 قانون أوم:

يعبر عن العلاقة بين الجهد الكهربائي (V)، التيار الكهربائي (I)، والمقاومة الكهربائية (R) في دائرة كهربائية. وحسب قانون أوم فإن فرق الجهد بين طرفيها يعطى بالعلاقة التالية [6]:

$$V = R.I \quad (1.1)$$

V: التوتر بين طرفي المقاومة بالفولط (V).

R: قيمة المقاومة بالأوم (Ω).

I: شدة التيار الكهربائي بالأمبير (A)

2.1 أنواع المقاومات:

نتقسم المقاومات عموماً إلى مجموعتين رئيسيتين المقاومات الخطية والمقاومات الغير خطية، المقاومات الخطية وهي المقاومات التي تحقق قانون أوم وبمعنى آخر يتناسب فرق الجهد عليها طردياً مع التيار المار في المقاومة أما المقاومات الغير خطية فهي المقاومات التي لا تحقق قانون أوم وبمعنى آخر لا تكون الزيادة في فرق الجهد عليها بالنسبة للتيار المار بها [3].

1.2.1 المقاومات الخطية:

1.1.2.1 المقاومات الخطية الثابتة:

تتميز بقيمة ثابتة للمقاومة واستخدامها يختلف بحسب قدرتها على تمرير التيار الكهربائي فالمقاومات الكبيرة تستخدم في التيارات العالية والصغيرة في التيارات الضعيفة ومنها: مقاومة كربونية، مقاومة شبكية، مقاومة سطحية،

أ_ المقاومة ذات التركيب الكربوني:

ان المقاومات ذات التركيب الكربوني من المقاومات الكهربائية التي يتم صنعها عن طريق تقسيم مادة الكربون او مادة الجرافيت، الممزوجة بمادة عازلة على شكل مادة مسحوقه، ولضمان العزل الخارجي التام فيتم

دعم الهيكل الخارجي لتلك المقاومة، فيتم تغليفها بمادة من البلاستيك العازل الصلب، ثم يخرج من أطرافها طرفين معدنيين موصلين من اجل عملية لحام وتثبيت المقاومة في الدارة.

ب_ المقاومة ذات الغشاء المعدني:

تكون قيم مقاومة المقاومات ذات الاغشية المعدنية أكثر دقة من النوع الآخر من المقاومات كما لها نفس كفاءة ومزايا المقاومة السابقة.

2.1.2.1 المقاومات الخطية المتغيرة:

هي مقاومة يمكن تغيير قيمتها بين الصفر وأقصى قيمة لها، فمثلا عندما نقول أن قيمة المقاومة $5K\Omega$ يعني أن قيمة المقاومة تتراوح بين الصفر أوم وتزداد بالتدريج يدويا حتى تصل إلى قيمتها العظمى $5K\Omega$ ، ويمكن تثبيتها عند قيمة معينة [1]. وهناك عدة أنواع من المقاومات الخطية المتغيرة القيمة مثل:

أ_ **مقاومات بنقط تفرع:** ويمكن الحصول على عدة قيم المقاومة عند نقاط التفرع المختلفة لها.

ب_ **مقاومات متغيرة القيمة:** وهذه المقاومات تتغير قيمتها باستخدام وسيلة يدوية مثل عمود أو ذراع دوار أو مسمار مشقوق وتنقسم هذه المقاومات إلى نوعين وهما:

ج_ **الريوستات:** ويكون لها طرفان 1 و 2 حيث تتغير المقاومة بين طرفيها بتغيير وضع ذراع الضبط

د_ **مجزئ الجهد:** ويكون له ثلاثة أطراف 1 و 2 و 3، بحيث أن المقاومة بين الطرفين 1 و 3 تمثل المقاومة الكلية للمجزئ، وهي ثابتة ولا تتغير بتغيير ذراع الضبط.



الشكل (2.1): بعض أنواع المقاومات المتغيرة

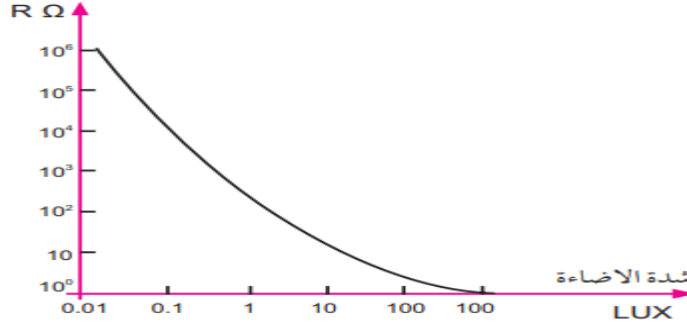
2.2.1 المقاومات الغير الخطية:

1.2.2.1 المقاومة الضوئية (LDR):

وهي تقوم على تحويل الضوء إلى مقاومة، تصنع هذه المقاومات من سلفيد الكاديوم (CDS) تنخفض قيمتها الأومية عند ازدياد شدة الإضاءة، وتزداد قيمتها عند انخفاض الضوء. تصل قيمتها الأعظمية في الظلام

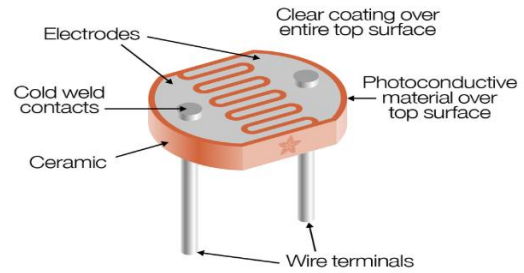
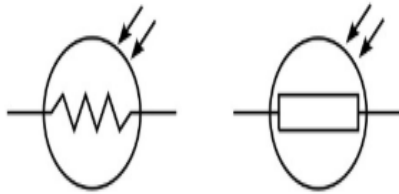
الى $(2M\Omega)$ ، وفي الضوء الشديد الناصع تصل قيمتها إلى (100) ، وللمقاومة الضوئية عدة مميزات:

- حساسيتها للضوء تشبه حساسية العين البشرية إلى حد كبير [4].
 - استجابتها سريعة للتغير في الضوء.
 - كلفتها الصناعية منخفضة.
 - تعمل ضمن مدى حراري واسع يتراوح بين 20 و 70 درجة مئوية.
- حيث يبين المنحنى التالي العلاقة بن شدة الإضاءة وقيمة المقاومة.



الشكل (3.I): العلاقة بن شدة الإضاءة وقيمة المقاومة

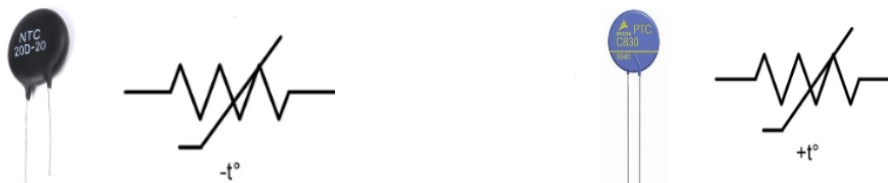
رمزها:



الشكل (4.I): شكل ورمز المقاومة الضوئية (LDR)

2.2.2.1 المقاومة ذات المعامل الحراري:

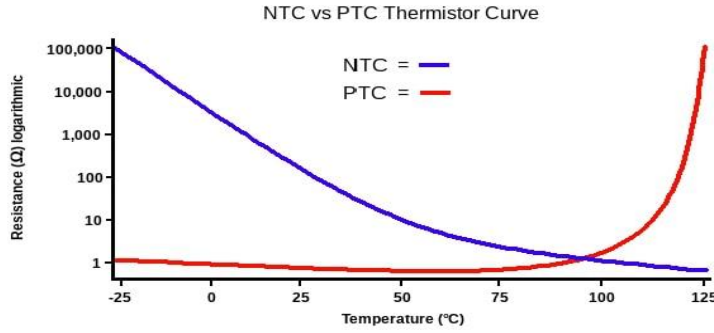
تتكون مقاومتها من خليط من أكاسيد بعض المعادن، تجهز كيميائياً وتصنع على شكل ساق يطلى طرفاه بالفضة وتصنع أطراف التوصيل من النحاس المطلي بالقصدير، من خواص هذه المقاومة انها تتأثر بشكل مباشر بدرجة الحرارة [7].



الشكل (5.I): رمز وأشكال المقاومة الحرارية

ويوجد نوعين من المقاومات الحرارية:

- أ_ مقاومة حرارية سالبة (CTN): يكون معامل حرارتها سلبى؛ تنقص مقاومتها مع زيادة درجة الحرارة [7].
 ب_ مقاومة حرارية موجبة (CTP): تزداد قيمة مقاومتها مع ارتفاع درجة حرارتها [7].

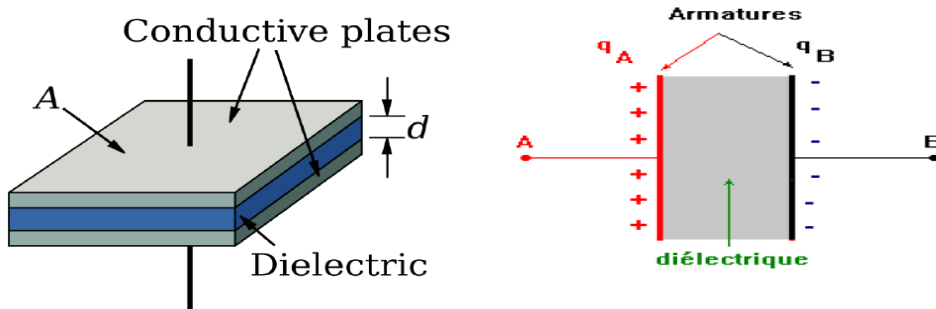


الشكل (6.I): منحنى تغير مقاومتى CTN و CTP بدلالة درجة الحرارة.

3.1 المكثفات:

1.3.1 تعريف المكثفة:

يعتبر المكثف من العناصر الأساسية في الدوائر الكهربائية والإلكترونية حيث يستخدم في تخزين الطاقة الكهربائية اعتمادا على شحنها ثم تفريغها في توقيتات زمنية معينة تعتمد على ظروف الدائرة والغرض منها، ويتكون المكثف الكهربائي في أبسط صورة من لوحين موصلين ومعزولين عن بعضهما بعازل، ويكون البعد صغيرا بقدر الإمكان كما في شكل (7.I) [5].



شكل (7.I): التركيب الأساسي للمكثفة

2.3.1 مبدأ عمل المكثفة:

يتكون المكثف البسيط من صفيحتين متوازيتين وعند وصل الصفيحتين إلى مصدر جهد مستمر (كبطارية مثلاً) فإن الإلكترونات تدفع من القطب السالب للبطارية إلى أحد أقطاب المكثف، أما إلكترونات القطب الآخر فإنها تتجذب من القطب الموجب للبطارية. إذا أصبح فرق الشحنة بين قطبي المكثف كبيراً يمكن أن تنشأ شرارة بين القطبين وتفرغ المكثفة. يوضع عازل بين صفائح المكثف من أجل زيادة مقدار الشحنة التي يمكن تخزينها في المكثف ويعمل العازل كمانع للشرارة. يمكن أن يكون العازل المستخدم بين الصفائح من الورق أو شريحة من البلاستيك أو الميكا أو الزجاج، أو السيراميك، أو الهواء، أما الصفائح فيمكن أن تكون من الألمنيوم أو شرائح من المعدن الموضوع على طرفي العازل[15].

3.3.1 خصائص المكثفة:

أ_ السعة: هي قدرة المكثفة على تخزين الشحنة الكهربائية، بحيث تزداد الشحنة المخزنة كلما زادت السعة تحت نفس التوتر وتقاس بالفاراد (F)، ويمكن حساب قيمتها باستعمال العلاقة التالية.

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2.1)$$

ب_ رمزه:



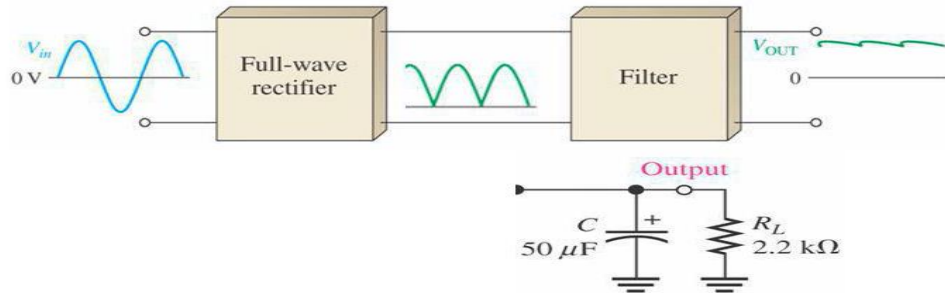
الشكل (8.I): رمز المكثفة

4.3.1 بعض التطبيقات الأساسية للمكثف:

1.4.3.1 الترشيح في مصادر التغذية:

تستخدم المكثفات دوماً بعد دارات التقويم من أجل تنعيم شكل الجهد في مخرج المقوم حيث يقوم المكثف بقصر المركبات المتناوبة الجهد الخرج إلى الأرض. أما المركبة المستمرة لجهد الخرج فتظهر في مخرج المرشح.

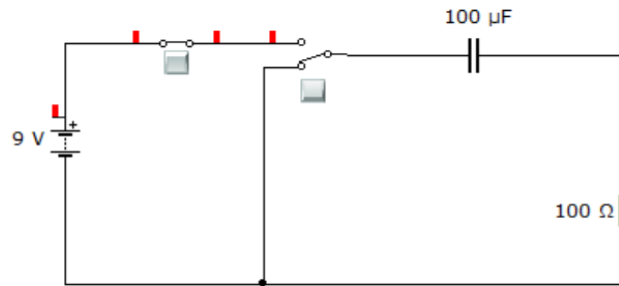
أنظر الشكل (47.I) [6]



الشكل (9.I): مكثف ترشيح في مصدر جهد مستمر

2.4.3.1 شحن وتفريغ مكثفة:

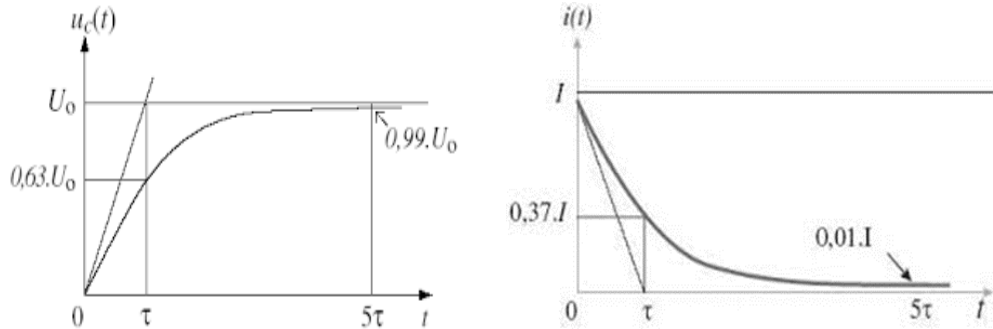
ليكن التركيب التالي:



الشكل (10.I): تركيب مكثفة في حالة شحن وتفريغ

1.2.4.3.1 شحن المكثفة:

عند وضع القاطعة في الوضع 1 تشحن المكثفة عبر المقاومة R حتى يصبح $VC=E$ ويبقى ثابتا، وتتناقص قيمة التيار حتى تصبح قريبة من الصفر.



الشكل (11.I): منحني تطور التوتر والتيار أثناء شحن المكثفة

حيث تعطي علاقة الجهد بالعلاقة التالية:

$$Vc = E (1 - e^{-t/RC}) \quad (3.1)$$

وتعطي علاقة التيار بالعلاقة:

$$I_c = \frac{E}{R}(1 - e^{-t/RC}) \quad (4.1)$$

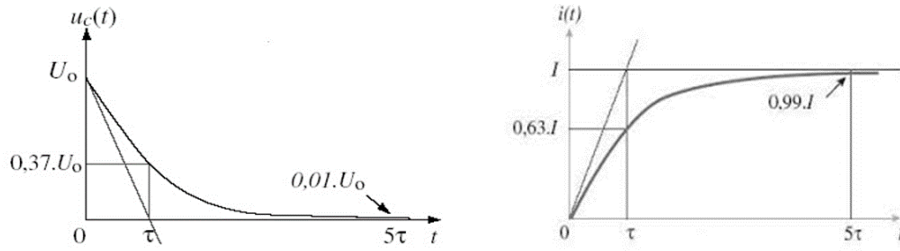
2.2.4.3.1 تفريغ مكثفة:

عند وضع البادلة في الوضع (2) تفرغ المكثفة في المقاومة حتى يصبح التوتر بين طرفيها $U_c=0$.
تعطي علاقة الجهد:

$$V_c = Ee^{-t/RC} \quad (5.1)$$

تعطي علاقة التيار:

$$I_c = -\frac{E}{R}e^{-t/RC} \quad (6.1)$$



الشكل (12.I): منحني تطور التوتر و التيار أثناء تفريغ المكثفة

5.3.1 أنواع المكثفات:

يتم تصنيف المكثفات الكهربائية تبعاً لنوع المادة العازلة في المكثف والتي تكون غالباً من الهواء أو الورق أو الميكا الخ وفيما يلي عرضاً لأهم أنواع المكثفات الواسعة الانتشار:

1.5.3.1 المكثفة الكيميائية (الإلكترونية)

وهذه المكثفات تتكون من صفيحتين من الألمنيوم أو التيتانيوم ويكون العازل في هذا النوع من المكثفات عبارة عن غشاء أكسيدي رقيق يتم ترسيبه على أحد لوحى المكثف أو عليهما جميعاً، لذلك فإن هذه المكثفات لها سعة كبيرة وتكون تكلفتها قليلة.

وهذا النوع من المكثفات يكون مستقطباً، بمعنى أن لها طرفين (+) و (-) ويجب أن يكون توصيل فرق الجهد بين طرفيها صحيح فلو عكست القطبية فإنها لا تعمل وقد يحدث لها انهيار في طبقات العزل ومن عيوب هذه المكثفات أنها تتحلل بالتخزين. حيث تزيد تيارات التسرب إذا تم تخزينها لفترة طويلة [15].

2.5.3.1 المكثفات الورقية:

يتركب المكثف الورقي الثابت السعة من ورقتي قصدير أو المنيوم بينهما طبقات قليلة من الورق المشبع بالزيت أو بخار الشمع تتراوح سعة المكثف الورقي بين 1000 الى 80 ميكرو فاراد واقصى جهد يتحمله من 10 فولت الى 10 كيلو فولط وتستخدم هذه المكثفات في أجهزة الراديو والمكبرات ولا يصلح للترددات العالية[1].

3.5.3.1 المكثفات المتغيرة:

وهي تتكون من مجموعتين من الألواح المعزولة بالهواء بحيث يمكن إدارة مجموعة الألواح التي تكون قابلة للدوران أما المجموعة الأخرى فتظل ثابتة. ويمكن تغيير سعته عن طريق تحريك ذراع التدوير وتزيد السعة عندما تتداخل الألواح بشكل كامل، ويمكن لعوازلها الكهربائية أن تكون من مادة البلاستيك، أو السيراميك، أو الزجاج، أو الهواء[3].



الشكل (13.I): المكثفة المتغيرة

4.1 الملفات (الوشائع):

تقوم الملفات بمعاكسة التغير السريع في التيار المار فيها، أي أن الملفات تقدم معاوقة كبيرة أمام التيار المتردد، في حين تسمح بمرور التيار المستمر الثابت القيمة بدون أي إعاقة. وتصنع الملفات من أسلاك من النحاس ملفوفة على قلب مغناطيسي مصنوع من الحديد السليكوني، ويسمى الملف في هذه الحالة ملفاً مغناطيسياً[3].



الشكل (14.I): بعض أنواع الملفات

1.4.1 الملفات والحث الذاتي:

عندما يسري تيار كهربائي في سلك الوشيعية، يتولد مجال مغناطيسي حول الوشيعية تتناسب شدته مع شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعية، وهكذا فإن الوشيعية تعمل على تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة مغناطيسية تخزن داخل المجال المغناطيسي المحيط به، عند حدوث تغيير في شدة التيار الكهربائي المار في وشيعية ينعكس ذلك على شدة المجال المغناطيسي المنتشر حول هذه الوشيعية، اتجاه التيار يعطى حسب قانون لينز الذي ينص على أن [القوة الدافعة الكهربائية التأثيرية تولد تيارا يعمل على توليد مجال مغناطيسي يعاكس تأثير المجال المغناطيسي الذي أدى إلى توليد هذا التيار] [14].

إن الظاهرة التي تعمل على منع التغيير في شدة التيار الكهربائي المار في الوشيعية تسمى بالحث الذاتي للوشيعية ويرمز لمعامل الحث الذاتي بالرمز L.

تعطى قيمة القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة بالتأثير في وشيعية بالعلاقة التالية:

$$\text{emf} = -N \frac{d\theta}{dt} \quad (7.1)$$

dθ: تمثل مقدار التغيير في التدفق خلال الفترة الزمنية dt.

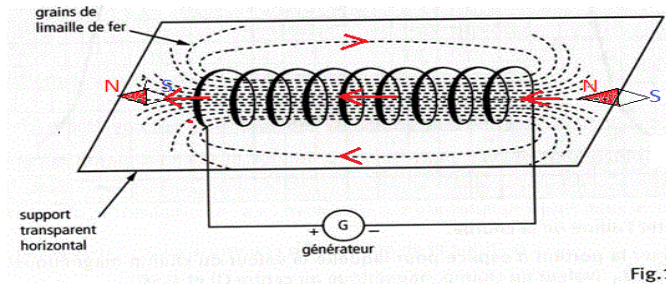


Fig.1

الشكل (15.I): خطوط المجال المغناطيسي حول الوشيعية

1.1.4.1 تعريف الحث الذاتي:

عندما تتغير شدة المجال المغناطيسي خلال دائرة كهربائية فإنه يتولد فيها قوة كهربائية تأثيرية يتناسب مقدارها مع معدل تغير التدفق بالنسبة للزمن.

2.1.4.1 وحدة الحث الذاتي:

يقاس الحث الذاتي للوشيعية بوحدة قياس تسمى هنري (H) نسبة إلى العالم الأمريكي Joseph Henry، ويختلف المدى المستخدم لقيمة الحث في الدارات الكهربائية لأن الهنري وحدة كبيرة لهذه الدارات ولهذا تستخدم أجزاء الهنري ومنها:

$$1mH = 10^{-3} H$$

$$1\mu H = 10^{-6} H$$

2.4.1 أنواع الملفات

تصنف الملفات بناءً على المادة التي تملأ الحيز داخل إطارها الداخلي إلى:

1.2.4.1 ملفات ذات قلب هوائي:

هي الملفات التي يكون الهواء هو الوسط الموجود داخل إطارها الداخلي (قلبها)، مما يجعل الحث الذاتي لها منخفضاً مقارنة بالأنواع الأخرى.



الشكل (16.I): رمز الملف ذو القلب الهوائي

2.2.4.1 ملفات ذات قلب حديدي:

عند إدخال قلب حديدي داخل الملف، يتركز المجال المغناطيسي داخل وحول الملف، مما يقلل من تشتته الخارجي ويزيد من الحث الذاتي، والذي قد يصل إلى 10 هنري. ومع ذلك، فإن هذا النوع من الملفات يعاني من توليد تيارات إعصارية داخل القلب الحديدي، والتي تتحرك في اتجاهات عشوائية، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة الحرارة وفقدان الطاقة. للتقليل من هذه الظاهرة، يتم تصميم القلب الحديدي على شكل شرائح معزولة للحد من التيارات الإعصارية. تستخدم الملفات ذات القلب الحديدي في دوائر تقويم التيار المتناوب [14].

3.2.4.1 ملفات ذات قلب من مادة الفيريت:

وهي تلك الملفات التي يوضع بداخل قلبها مادة الفيريت، ومادة الفيريت مادة مغناطيسية مقاومتها الكهربائية عالية جداً، وبذلك نضمن عدم سريان التيارات الإعصارية داخلها.



الشكل (17.I): ملفات ذات قلب من مادة الفيريت

4.2.4.1 رموز الملفات:



الشكل (18.I): أنواع ورموز الملفات

5.1 المحول الكهربائي

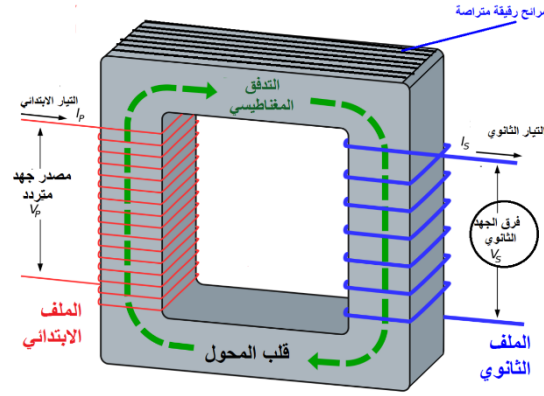
جهاز كهربائي ساكن يتكون من ملفين من الأسلاك المنفصلة الملفوفة حول قضبان حديدية فقط بمسافة بسيطة، يسمى الطرف المرتبط بالمولد الكهربائي بالملف الابتدائي بينما يطلق على الطرف المرتبط بالحمل الملف الثانوي، ويستخدم المحول لتغيير قيمة الجهد الكهربائي في نظام نقل الطاقة الكهربائية الذي يعمل على التيار المتردد حيث لا يمكن أن يعمل المحول في أنظمة التيار المستمر. فإذا كان جهد الطرف الثانوي أقل من جهد الطرف الابتدائي كان المحول خافض الجهد أما لو كان جهد الطرف الثانوي أعلى من جهد الطرف الابتدائي كان المحول رافع الجهد [8].



الشكل (19.I): شكل ورمز المحول الكهربائي

1.5.1 مبدأ عمل المحول الكهربائي

يقوم مبدأ عمل المحول الكهربائي على قانون فاراداي للحث الكهرومغناطيسي الذي ينص على أن قيمة القوة المحركة الكهربائية (الجهد الكهربائي) تتناسب طردياً مع معدل تغير التدفق المغناطيسي ولهذا السبب فإن المحول لا يعمل في أنظمة التيار المستمر لأن التيار المستمر يخلق مجالاً مغناطيسياً ثابتاً مقدار تغيره يساوي الصفر فلا يمكن خلق جهد كهربائي حينها بطريقة الحث وهذا أحد الأسباب الرئيسية لتفضيل التيار المتردد على التيار المستمر. يوصل طرفا الملف الابتدائي بمصدر التيار المتردد ويوصل الملف الثانوي بالحمل المستهلك للطاقة الكهربائية [15].



الشكل (20.I): التركيب الداخلي للمحول الكهربائي

2.5.1 علاقات الجهد والتيار في المحول الكهربائي:

يجب أن يكون عدد لفات الثانوي أكبر من عدد لفات الابتدائي كي يكون جهد الثانوي أكبر من جهد الابتدائي، وعندما يكون جهد الثانوي أكبر من جهد الابتدائي فإن تيار الثانوي يكون أقل من تيار الابتدائي. أما إذا أردت أن يكون جهد الثانوي أصغر من جهد الابتدائي فإن عدد لفات الثانوي يجب أن يكون أصغر من عدد لفات الابتدائي وفي هذه الحالة يكون تيار الثانوي أكبر من تيار الابتدائي، ومن كل ذلك تلاحظ أن المحول الرفع للجهد خافض للتيار، أما المحول الخافض للجهد فهو رافع للتيار وعلاقات جهود وتيار الثانوي بجهود وتيار الابتدائي هي [15]:

$$I_s = \frac{N_p}{N_s} I_p \quad (8.1)$$

$$V_s = \frac{N_s}{N_p} V_p \quad (7.1)$$

6.1 المرحلات RELAY:

1.6.1 تعريف المرحلات:

المرحل (Relay) هو جهاز كهربائي يعمل كمفتاح يُشغل كهربائياً. يتم تشغيل معظم المرحلات عن طريق المجال الكهرومغناطيسي. عندما يمر التيار عبر الملف، يتولد مجال كهرومغناطيسي. يجذب هذا المجال الذراع المتحركة (العضو المتحرك)، مما يؤدي إلى فتح أو غلق التلامسات الكهربائية. تستغرق هذه العملية في المرحل مدة زمنية في حدود جزء من الألف من الثانية (الملي ثانية) [1].



الشكل (21.I): بعض أنواع المرحلات الكهربائية

2.6.1 أنواع المرحلات:

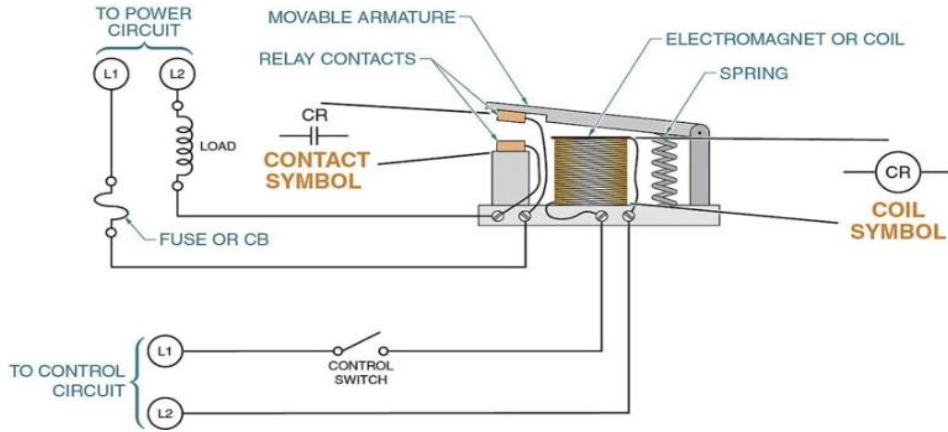
تعتمد المرحلات (Relays) على عدة مبادئ للتبديل عن بُعد، وأشهر نوعين هما المرحلات الكهروميكانيكية والمرحلات الحالة الصلبة.

1.2.6.1 مرحلات الكهروميكانيكية:

يتم استخدام مغناطيس كهربائي لإغلاق جهات التوصيل التي تتحمل تيارات عالية. يمر التيار عبر الملف فينشئ مجالاً مغناطيسياً يجذب نواة حديدية متحركة. تؤدي هذه النواة المتحركة إلى توليد قوة تلامس لإغلاق جهات التوصيل ذات التيار العالي. إن عملية الفتح والإغلاق لهذه التوصيلات تعتبر أحد الأسباب الرئيسية لحدوث القوس الكهربائي، وهو أحد العوامل الرئيسية لتآكل المرحل خلال عمره التشغيلي. تتضمن المرحلات الكهروميكانيكية ذات الجهد العالي عادةً استراتيجية لتقليل القوس الكهربائي، مثل استخدام أنظمة إطفاء القوس المغناطيسي أو تعبئة منطقة التلامس بغازات ذات طاقة تأين عالية [1].

1.1.2.6.1 مبدأ العمل:

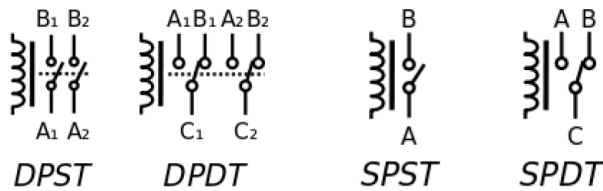
عند تطبيق فرق جهد على طرفي الملف الداخلي للمرحل يتحول الملف إلى مغناطيس كهربائي مولداً مجالاً مغناطيسياً بحيث تغلق التماسات الكهربائية، وعند فصل الجهد المطبق يختفي المجال المغناطيسي وبالتالي توقف المرحل. والشكل (22.I) يشرح مبدأ عمل المرحل.



الشكل (22.I): مبدأ عمل المرسل الكهروميكانيكي

2.1.2.6.1 الرمز الإلكتروني للمرسل في الدارات الإلكترونية:

يرمز للمرسل بمختلف الأشكال التالية على حسب نوع المرسل المستعمل:



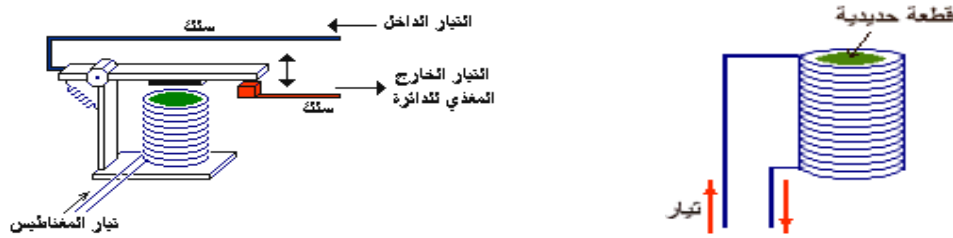
الشكل (23.I): الرمز الإلكتروني للمرسل

3.1.2.6.1 أجزاء المرسل الكهروميكانيكية:

تكون من جزئين رئيسيين وهما:

أ_ الملف المغناطيسي: بدلا من المغناطيس العادي فإن المرسل يستخدم المغناطيس الكهربائي وهو عبارة عن قطعة حديدية ملفوف حولها سلك. فعندما نمرر تيارا كهربائيا في السلك يتكون مجال مغناطيسي وتتحول القطعة الحديدية إلى مغناطيس.

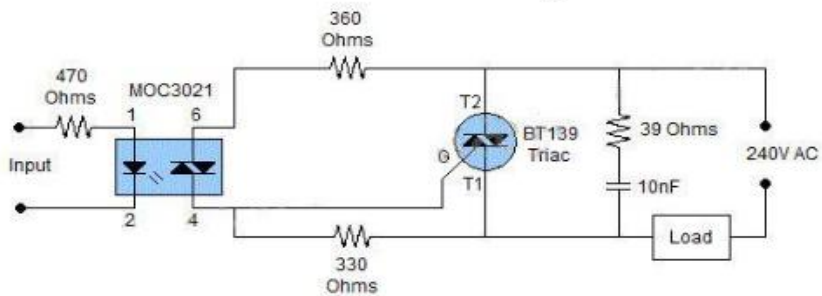
ب_ المفتاح: عندما ما يمر تيار ثابت في الملف ويبدأ المغناطيس الكهربائي بالعمل يجذب الذراع المعدني إلى الأسفل وتكتمل الدائرة فيبدأ التيار في السريان إلى الدائرة.



الشكل (24.I): الملف المغناطيسي ومفتاح المرحل

2.2.6.1 مرحلات الالكترونية (الحالة الصلبة):

وهو عبارة عن مرحل لا يحتوي على أجزاء ميكانيكية متحركة ولا على ملف بعكس المرحل الاعتيادي ويقوم بنفس المهام التي يؤديها المرحل العادي ولكن باستخدام أشباه الموصلات مثل الدايمود والترانزستور وثايرستور الترياك بدلاً عن القطع المتحركة. أحد الفروقات الرئيسية بين النوعين هو أن المرحل ذو الحالة الصلبة لا يحتوي على نقاط تلامس ميكانيكية للإغلاق والفتح، مما يمنع حدوث القوس الكهربائي. يمنح هذا المرحلات ذات الحالة الصلبة ميزة عمر افتراضي أطول وميزة إضافية في تطبيقات الجهد العالي من خلال منع القوس الكهربائي. ومع ذلك، فإن المرحلات الحالة الصلبة عادةً ما تكون ذات تكلفة أعلى بكثير [2].



الشكل (25.I): يوضح دارة مرحل الحالة الصلبة

3.2.6.1 خصائص المرحلات (Relay):

أصبحت المرحلات ذات الحالة الصلبة (Solid State Relays) تحتل مكانة مهمة في مجال استخدام المرحلات، حيث إنها تحل تدريجياً محل المرحلات الكهرومغناطيسية التقليدية في العديد من التطبيقات مثل مراكز تبادل الاتصالات الهاتفية والتحكم في الطاقة. ومع ذلك، لا يزال المرحل الكهرومغناطيسي يحتفظ بمكانة مهمة جداً في الإلكترونيات والهندسة الكهربائية. فيما يلي بعض الخصائص المختلفة للمرحلات [2]:

أ_ العزل الكهربائي بين الدخل والخروج:

في المرحلات الكهرومغناطيسية، تكون المقاومة بين دوائر الدخل والخروج على الأقل $100 \text{ M}\Omega$ ، وهي أعلى

بحوالي 1000 مرة من مقاومة أجهزة أشباه الموصلات. كما أنها تكاد تكون مستقلة عن جهد الإمداد، والوقت، ودرجة الحرارة، والتعرض للإشعاع. لكن هذا لا ينطبق على المرحلات ذات الحالة الصلبة، مما يجعل أدائها ضعيفاً من حيث خصائص العزل الكهربائي.

ب_ مقاومة التلامس:

توفر المرحلات الكهرومغناطيسية التقليدية مقاومة عالية جداً عندما يكون الدائرة مفتوحة، ومقاومة شبه معدومة عندما يتم إغلاق التلامسات وبالتالي، فإنها توفر وضعي تشغيل متميزين (ON و OFF) بغض النظر عن درجة الحرارة أو جهد الإمداد. أما في المرحلات ذات الحالة الصلبة، فإن (مقاومة التلامس) تتغير بناءً على تيار الحمل ودرجة الحرارة وغيرها من العوامل.

ج_ نطاق القدرة التشغيلية:

تتوفر المرحلات الكهرومغناطيسية للتشغيل ضمن نطاق قدرات كهربائية تتراوح من ميلي واط إلى عدة واطات. بينما عادةً ما تكون مرحلات الحالة الصلبة (Solid State Relays) مخصصة لتشغيل الأحمال ذات القدرة المنخفضة.

7.1 الصمام الثنائي (Diode):

1.7.1 تعريف الصمام الثنائي:

الديود هو عنصر إلكتروني يمرر التيار الكهربائي باتجاه واحد، وعندما يكون جهد مصعد (anode) الديود أكثر إيجابية من مهبطه (cathode)، فإن التيار يمر عبر الديود من المصعد إلى المهبط ويُسمى هذا النوع من استقطاب الديود بالاستقطاب الأمامي (forward biasing)، أما عندما يكون جهد مصعد الديود أقل إيجابية من جهد المهبط، فإن الديود لا يمرر التيار الكهربائي ويسمى هذا النوع من الاستقطاب بالاستقطاب العكسي (reversed biasing). يبين الشكل (26.I) رمز الديود وتسمية أطرافه [5].



الشكل (26.I): رمز وشكل ثنائي الوصلة

تستخدم الديودات عادة في دارات تحويل الجهود أو التيارات المتناوبة (AC) إلى جهود أو تيارات مستمر (DC)، كما هي الحال في مصادر التغذية وفي دارات تحديد الجهود، وكذلك في دارات تنظيم الجهد.

1.1.7.1 التكوين الداخلي للديود:

يتكون الديود من قطعتين من مادة شبه موصلة، مثل السيليكون أو الجرمانيوم، حيث تكون إحدهما من النوع n والأخرى من النوع p، مما يشكل وصلة P-N تلقي عندها المنطقتان. في المنطقة n، يتواجد عدد كبير من الإلكترونات الحرة، بينما تحتوي المنطقة p على عدد كبير من الثقوب، ونتيجة لتبادل الإلكترونات والثقوب الحاصل بين المنطقتين، تتشكل شحنة كهربائية على جانبي الوصلة، مكونة ما يعرف بمنطقة الاستنزاف [11].



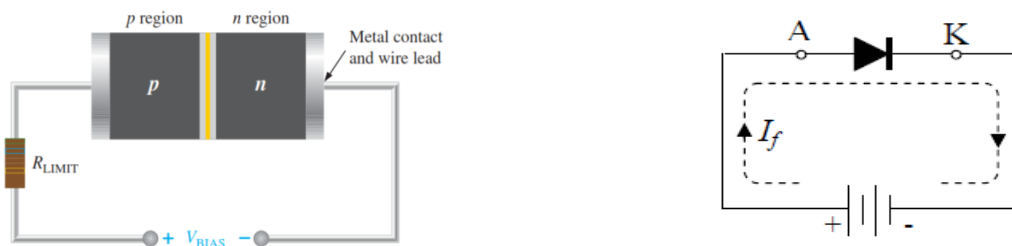
الشكل (27.I): التركيب الالكتروني للثنائي

2.7.1 مبدأ عمل الثنائي:

يوجد نوعين من الانحياز هما الانحياز الأمامي والذي يكون عنده جهد المنطقة p موجبا بالنسبة للمنطقة n والانحياز العكسي والذي يكون عنده جهد المنطقة p سالبا بالنسبة للمنطقة n. وسوف نتناول في هذا الجزء دراسة نوعي الانحياز.

1.2.7.1 الانحياز الأمامي (Forward Bias):

عند توصيل الثنائي ببطارية، يوصل الجانب الموجب p للثنائي الذي يسمى أنود بالقطب الموجب للبطارية والجانب السالب n للديود الذي يسمى كاثود بالقطب السالب للبطارية، في هذه الحالة يتصرف الثنائي كأنه مفتاح (قاطعة) ويسمح بمرور التيار ونقول أنه مستقطب استقطاب أمامي [4].



الشكل (28.I): الانحياز الأمامي للثنائي

2.2.7.1 الانحياز العكسي (Reverse Bias):

إذا ما تم توصيل الوصلة الثنائية بالبطارية كما في الشكل (29.I)، حيث إن الأنود موصل بالطرف السالب للبطارية، والكاثود موصل بالطرف الموجب للبطارية، فإن الإلكترونات سوف تتجه للطرف الموجب للبطارية، وتتجه الفجوات إلى الطرف السالب للبطارية. ونتيجة لذلك، فإن منطقة الاستنزاف سوف تتسع اتساعاً كبيراً وتشكل حاجزاً كبيراً أمام تحرك الإلكترونات فلا تستطيع اجتيازه وبالطبع، فإنه لن يمر التيار الكهربائي في الدائرة ونسُمي هذه الحالة بالانحياز العكسي [4].



الشكل (29.I): الانحياز العكسي للثنائي

3.7.1 المنحنى المميز للثنائي:

أ_ الاستقطاب الأمامي:

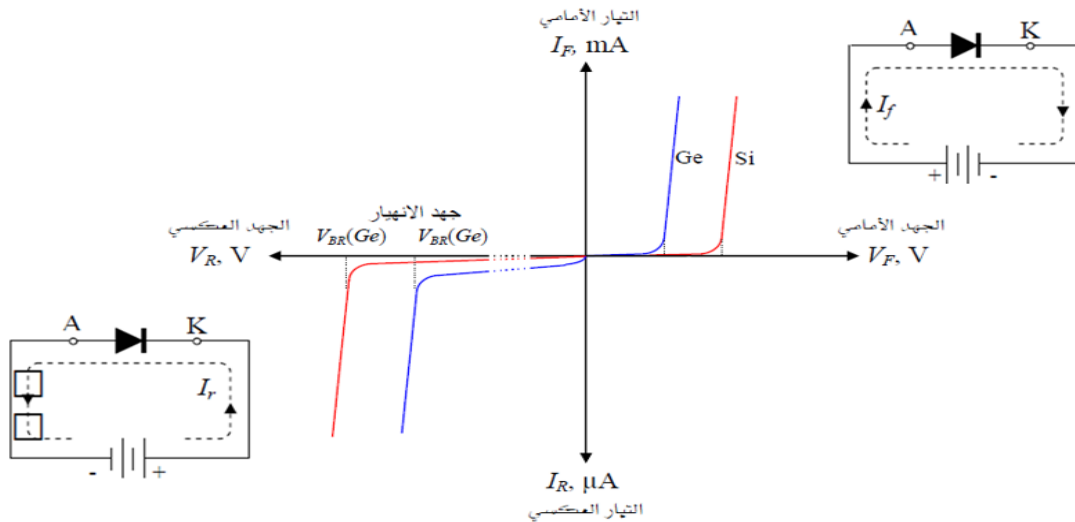
لا يسمح الديود للتيار بالمرور إلا بعد تجاوز الجهد $0.77V$ بالنسبة للسيليكون و $0.3V$ بالنسبة للجرمانيوم ويسمى جهد الحاجز.

ب_ الاستقطاب العكسي

التيار لا يمر إلا عند جهد عالي (تقريباً $50V$) وهنا يحصل تلف للديود ويسمى هذا الجهد بجهد الانهيار العكسي.

ج_ ملاحظة: استخدام مقياس رسم مختلف لكل من التيار الأمامي والتيار العكسي وذلك لأن التيار العكسي

يكون دائماً أقل من التيار الأمامي مئات أو آلاف المرات. كما نلاحظ أن قيمة تيار التشبع العكسي في حالة الثنائي المصنوع من الجرمانيوم أكبر بضعفين إلى ثلاثة أضعاف منه للثنائي المصنوع من السيليكون [10].



الشكل (30.I): المنحني الخواص لثنائي شبه الموصل

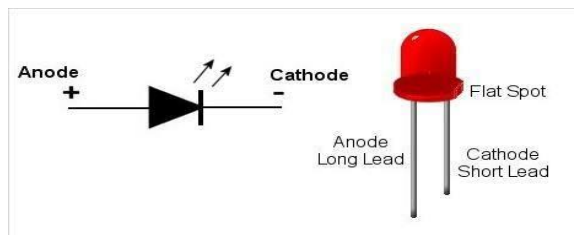
4.7.1 بعض أنواع الثنائي:

هناك عدة أنواع من الثنائيات وسنتطرق الى بعض الأنواع لأهميتها في المشروع:

1.4.7.1 ثنائي الانبعاث الضوئي (LED):

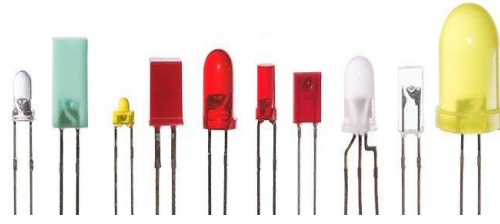
هو أحد الأنواع التي تتميز بإطلاقها للضوء عند مرور التيار الكهربائي بها نتيجة وجودها في حالة الانحياز الأمامي، تصنع هذه الثنائيات من فوسفيد الغاليوم.

رمزه:



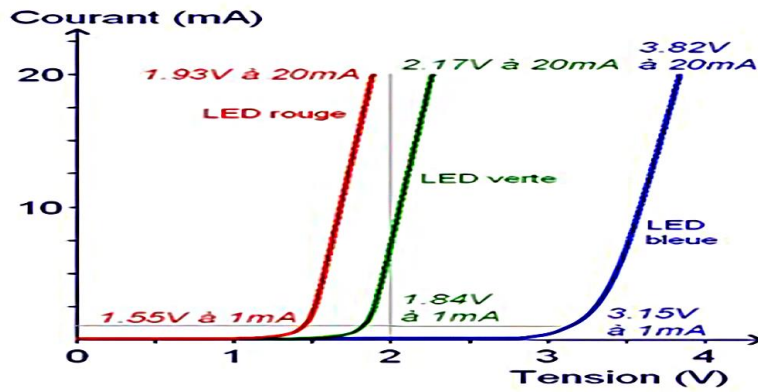
الشكل (31.I): رمز الثنائي (LED)

وهي تتوفر بعدد محدود من الألوان وهي: الأحمر، الأخضر، الأزرق والأصفر، بحيث يعتمد لون الضوء الذي ينتجه الثنائي على طبيعة المادة المصنوع منها وليس على لون الغلاف الخارجي للثنائي، حيث يمثل الشكل التالي بعض أنواع الثنائيات الباعثة للضوء في الدارات الكهربائية دائما يوصل الثنائي LED بمقاومة لحمايته [6].



الشكل (32.I): بعض الثنائيات الباعثة للضوء

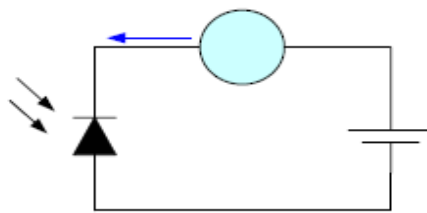
يجب الانتباه أن جهود الانهيار العكسية للثنائيات المشعة للضوء منخفضة لا تزيد عن 5 فولت وتجاوزها يؤدي إلى إتلاف الثنائي، كما هو مبين في الشكل (33.I).



الشكل (33.I): منحنى خصائص الثنائي الباعث للضوء لمختلف الألوان

2.4.7.1 الثنائي المستقبل للضوء :

هو عبارة عن ثنائي يتأثر بالضوء بحيث إنه يسمح بمرور التيار إذا سلط عليه الضوء، الشكل (34.I) يوضح طريقة توصيله



الشكل (34.I): دائرة توصيل الثنائي المستقبل للضوء

فهو يعمل كمستقبل للإشارات الضوئية ويعمل الثنائي المشع LED كمرسل للإشارات الضوئية كما في أجهزة التحكم عن بعد. فأنت عندما تستخدم جهاز التحكم لتشغيل التلفاز مثلا أو تغيير القناة، فإنك ترسل الأمر عن طريق إشارات ضوئية غير مرئية عن طريق ثنائي مشع LED. بحيث يوجد في الجهة المقابلة (جهاز التلفاز) ثنائي ضوئي لاستقبال الإشارات الضوئية وتحويلها إلى إشارات كهربائية [6].

5.7.1 استخدامات ثنائي الوصلة:

- دوائر التقويم.
- تشغيل محركات DC في اتجاه واحد.
- حماية ملف المرحل والترانزستور من الجهود العالية التي قد تتجاوز الجهد الطبيعي للملف بعدة أضعاف عند فصل المصدر، مما يساهم أيضًا في حماية أشباه الموصلات.

8.1 الترانزستورات Transistors:

تمهيد:

يُعدّ الترانزستور أحد أهم عناصر أشباه الموصلات التي تم اكتشافها في العصر الحديث، ويستخدم الترانزستور بشكل عام في مكبرات الإشارات الكهربائية والمفاتيح الإلكترونية المختلفة، وقد ساعدت عدة عوامل مثل صغر الحجم، وقلة التكلفة، وسهولة التصنيع، وسهولة التعامل والصيانة، واستهلاكه القليل للطاقة في انتشاره بشكل كبير.

تصنّف الترانزستورات إلى الأنواع الرئيسية الآتية:

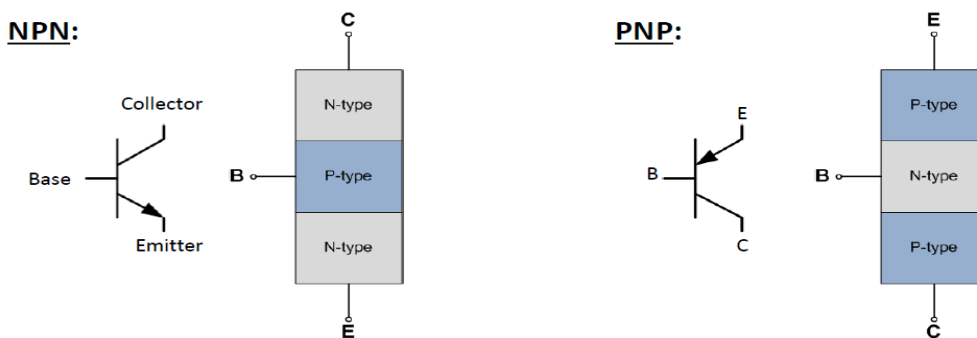
- 1 - ترانزستور ثنائي القطبية BJT
- 2 - ترانزستور تأثير المجال FET
- 3 - ترانزستور أحادي الوصلة UJT
- 4 - ترانزستور معزول البوابة IGBT

في هذا العمل سوف يتم دراسة الية عمل ترانزستور ثنائي القطبية.

1.8.1 الترانزستور ثنائي القطبية Bipolar Junction Transistor:

يتكوّن الترانزستور ثنائي القطب من وصليتي P-N، بحيث تشترك الوصلتان في المنطقة الوسطى، وبذلك

يصبح الترانزستور مكوّنًا من ثلاث طبقات: إما (PNP) أو (NPN)، كما هو مبين في الشكل (35.I) [9].



الشكل (35.I): تركيب الترانزستور ورمزه

يتضح من الشكل (2) أن تركيب ترانزستور BJT من ثلاث مناطق أساسية كما يلي:

أ_ الباعث: (Emitter)

- يتميز الباعث بالتطعيم الغزير، مما يجعله يحتوي على عدد كبير من الإلكترونات في حالة NPN أو الثقب في حالة PNP.
- وظيفته الأساسية هي بعث (حقن) الإلكترونات إلى منطقة القاعدة، وبالتالي يبدأ التيار بالتدفق من هنا.

ب_ القاعدة: (Base)

- القاعدة مطعمة بنسب منخفضة جدًا، مما يجعلها تحتوي على عدد قليل من حاملات الشحنة مقارنة بالباعث.
- تتميز القاعدة بأنها رقيقة جدًا، مما يسمح بمرور معظم الإلكترونات القادمة من الباعث إلى منطقة المجمع.

ج_ الجامع: (Collector)

- يتم تطعيم منطقة الجامع بنسبة متوسطة.
- تُعتبر منطقة الجامع هي الأكبر حجمًا بين المناطق الثلاث، حيث يتطلب الأمر تبيد كمية أكبر من الحرارة مقارنة بالباعث والقاعدة [10]

1.1.8.1 تصنيف الترانزستور ثنائي القطب (BJT):

1.1.1.8.1 الترانزستور NPN:

يتكون الترانزستور NPN من ثلاث مناطق من أشباه الموصلات: منطقتان من النوع N يفصل بينهما طبقة من النوع P تُعرف بالقاعدة، كما هو موضح في الشكل (36.I). يتميز الباعث في هذا النوع بأنه مطعم بكثافة عالية، مما يجعله ذو توصيلية عالية، حيث تنتشر الإلكترونات الحرة بسهولة عبر وصلة (الباعث-القاعدة) إلى القاعدة، التي تكون مطعمة بنسبة منخفضة.

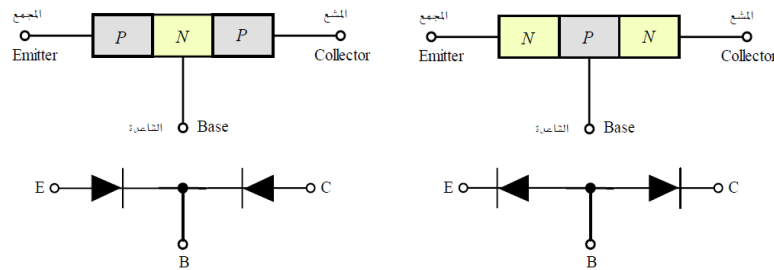
2.1.1.8.1 الترانزستور PNP:

يتكون الترانزستور PNP من ثلاث مناطق أيضًا، ولكن مع توزيع مختلف لأشباه الموصلات؛ حيث يحتوي على منطقتين من النوع P تفصل بينهما طبقة من النوع N، والتي تمثل القاعدة، كما هو موضح في الشكل (36.I)، يمكن التمييز بين النوعين من خلال تركيبتهما الثلاثية، إضافةً إلى نوعية حاملات الشحنة الرئيسية المسؤولة عن التيار. ففي الترانزستور NPN، تكون الإلكترونات هي الحاملات الأكثرية، بينما تكون الثقوب

(الفجوات) هي الحاملات الأساسية في الترانزستور PNP ونتيجة لذلك، تختلف اتجاهات التيار بين النوعين، مما يؤدي إلى انعكاس إشارات الخرج وجهود الانحياز بينهما [6].

2.1.8.1 الدارة المكافئة للترانزستور بالثنائيات:

ويمكن تمثيل الترانزستور بثنائيين الأول بين الباعث والقاعدة والثاني بين القاعدة والمجمع ويكون اتجاه الثنائي حسب تركيب الترانزستور (NPN) أو (PNP) كما يبين الشكل (3).

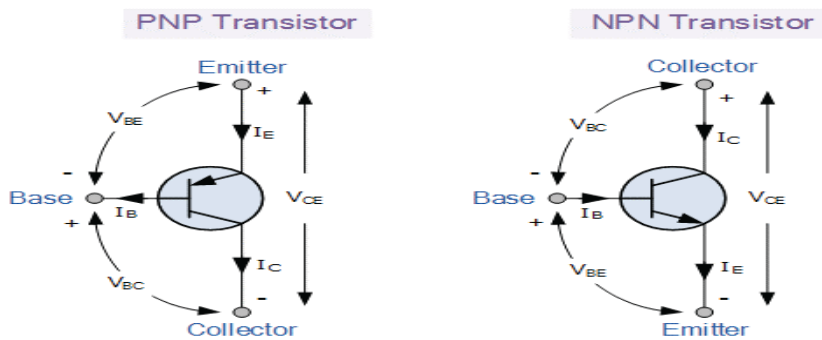


الشكل (36.I): الدارة المكافئة للترانزستور بالثنائيات

2.8.1 مبدأ عمل الترانزستور ثنائي القطبية:

1.2.8.1 توزيع التيارات والجهود:

يبين الشكل (37.I) توزيع التيارات والجهود للترانزستور نوع (NPN) ونوع (PNP):



الشكل (37.I): توزيع التيارات والجهود للترانزستور نوع (NPN) ونوع (PNP):

2.2.8.1 مبدأ عمل الترانزستور NPN:

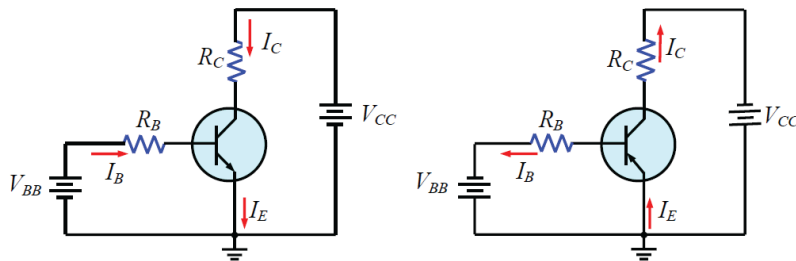
في حالة الترانزستور NPN، يتم توصيل وصلة BE (الباعث-القاعدة) بانحياز أمامي، مما يقلل من حاجز الجهد عندها ويسمح للإلكترونات بالتدفق من الباعث إلى القاعدة. نظراً لأن القاعدة مطعمة بنسبة ضعيفة ورقيقة جداً، فإنها تسمح لمعظم الإلكترونات بالمرور مباشرة إلى المجمع.

بما أن المجمع متصل بانحياز عكسي، فإنه يجذب الإلكترونات القادمة من القاعدة، مما يؤدي إلى تدفق التيار الرئيسي في الدائرة [10].

3.2.8.1 مبدأ عمل الترانزستور PNP

أما في الترانزستور PNP، فإن عمله مشابه لـ NPN ولكن مع اختلاف نوع حاملات الشحنة. هنا، تكون الثقوب هي الحاملات الرئيسية، ويتدفق التيار من الباعث إلى المجمع عبر القاعدة. يتم تطبيق انحياز أمامي على وصلة BE مما يسمح للثقوب بالانتشار من الباعث إلى القاعدة، ثم يتم سحبها بواسطة المجمع بفعل الانحياز العكسي.

الفرق الأساسي بين النوعين هو أن التيار في PNP يتدفق في الاتجاه المعاكس للتيار في NPN، ولكن المبدأ العام لعمل الترانزستور يبقى نفسه، حيث يتم التحكم في تيار كبير باستخدام تيار صغير عبر القاعدة. ولكي يعمل الترانزستور يجب أن يتم توصيل الجهود مع الترانزستورات ثنائية الوصلة من نوع (PNP) و (NPN) لتحقيق الانحياز لكل منهما حسب الشكل (38.I) [11].



الشكل (38.I): توصيل الجهود مع الترانزستورات ثنائية الوصلة من نوع (PNP) و (NPN) لتحقيق الانحياز

3.8.1 خصائص الترانزستور:

يعمل الترانزستور في ثلاث مناطق تشغيل رئيسية، والتي تحدد كيفية عمله كمفتاح أو كمكبر:

أ_ منطقة القطع: في هذه المنطقة، يكون الترانزستور في وضع الإيقاف الكامل (OFF) ويعمل كمفتاح مفتوح وهذا يحدث عندما لا يوجد تيار في القاعدة، مما يمنع مرور التيار في المجمع.

ب_ المنطقة الفعالة: في هذه المنطقة، يعمل الترانزستور كمكبر للإشارة يتم تطبيق تيار مناسب على القاعدة، مما يسمح بمرور تيار المجمع. وهي منطقة التشغيل الخطي أو المنطقة الفعالة للترانزستور.

جـ. **منطقة التشبع:** في هذه المنطقة، يكون الجهد بين المجمع والباعث منخفضًا جدًا، وهذا راجع لكون تيار القاعدة كبيرًا بما يكفي لجعل الترانزستور مشبعًا بالكامل، مما يسمح بمرور تيار كبير، حيث يعمل الترانزستور في هذه المنطقة كمفتاح مغلق (ON) [5].

4.8.1 معاملات الترانزستور:

1.4.8.1 معامل كسب التيار (β):

يحدد العلاقة بين تيار المجمع I_c وتيار القاعدة I_B كما يلي:

$$\beta = \frac{I_c}{I_B} \quad (9.1)$$

وتتراوح قيمة β للترانزستور العادية من 20 إلى 200 باستثناء بعض الترانزستورات الخاصة والتي تصل فيها β حوالي 10000، في معظم لوحات بيانات الترانزستور يرمز لهذا المعامل بالرمز hFE، ويعبر عنه بكفاءة الترانزستور في عملية تضخيم الإشارة.

2.4.8.1 معامل كسب التيار α :

يحدد العلاقة بين تيار المجمع I_c وتيار الباعث I_E كما يلي:

$$\alpha = \frac{I_c}{I_E} \quad (10.1)$$

حيث تتراوح عادة من 0.90 إلى 0.995

3.4.8.1 العلاقة بين β و α هي:

$$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (11.1)$$

5.8.1 دوائر توصيل الترانزستور ثنائي القطبية:

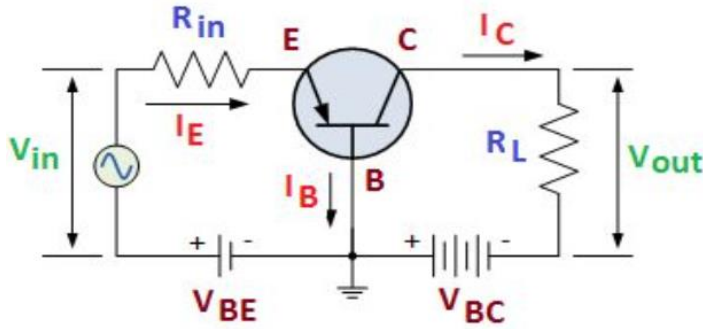
للترانزستور ثلاث دارات أساسية تعتمد على طرف الترانزستور المشترك بين مدخل الدارة ومخرجها، وتعطي كل دارة بعض الفوائد أو المميزات لكنها لا تخلو من بعض المساوئ أو القصور، ويتم اختيار الدارة المناسبة حسب التطبيق المراد، هي دارات تضخيم الترانزستور وهي ثلاث دارات [9].

1.5.8.1 دائرة القاعدة المشتركة Common base:

يكون في هذه الدارة طرف الترانزستور القاعدة المشترك هو الطرف بين المدخل والمخرج كما هو مبين في

الشكل (39.I) ومن ميزات:

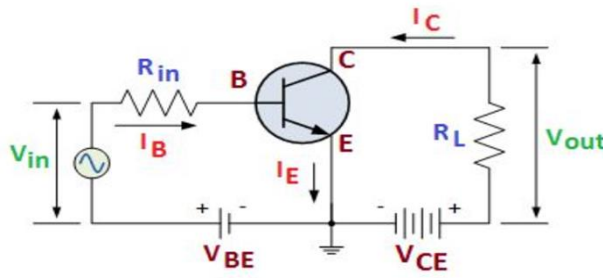
- تيار الدخل المار خلال الباعث كبير لأنه يساوي إلى مجموع كل من تيار القاعدة والمجمع وتيار المجمع أقل من تيار الدخل للباعث أي ربح التيار للدائرة يساوي الواحد أو أقل وهذا ما يقلل من إشارة الدخل ودائرة جهد غير عاكس أي جهد إشارة الدخل V_{in} مساوي لجهد إشارة الخرج V_{out} .
- وعند زيادة الجهد V_{CB} نجد أن ذلك يؤدي إلى زيادة بسيطة في تيار الإدخال (IE) لفولتية ادخال (VEB) معينة.
- في منطقة القطع تكون وصلة الباعث والجامع منحازتين عكسيًا، ويعمل الترانزستور كمفتاح مفتوح، أما في منطقة التشبع فتكون وصلة الباعث والجامع منحازتين أماميًا، ويعمل الترانزستور كمفتاح مغلق.



الشكل (39.I): دائرة القاعدة المشتركة للترانزستور pnp

2.5.8.1 دائرة الباعث المشترك Common Emitter:

يبين الشكل (40.I) دائرة الباعث المشترك، حيث يكون الباعث هو الطرف المشترك بين مدخل الدارة ومخرجها:



الشكل (40.I): دائرة الباعث المشترك لترانزستور من النوع NPN

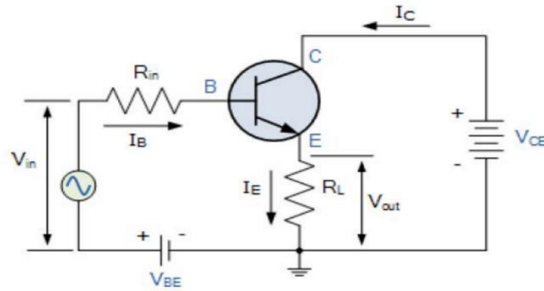
تتميز ب:

- ومن مميزات أن التيار الخارج من الترانزستور يكون مساوي للتيار الداخل أي $I_E = I_B + I_C$.
- معامل تكبير التيار في هذا التوصيل كبير جداً، ويرمز له بالرمز β ، حيث $20 \leq \beta \leq 200$ ونسبة التيار الجامع إلى تيار الباعث قيمتها أقل من الواحد، ويرمز لها بالرمز α .

- وهذا النوع من التوصيل ذا ربح في التيار والقدرة أعلى من تيار القاعدة المشتركة، وذا ربح في الفولتية، كما أنه دائرة مضخمة عاكسة أي تتغير الإشارة في المخرج 180 درجة عن الإشارة في المدخل.

3.5.8.1 دائرة الجامع المشترك collector common

في طريقة الربط هذه يكون ادخال الدائرة بين طرفي القاعدة والجامع ويكون طرفي الاخراج بين الباعث والجامع، أي أن طرف الجامع يكون مشترك بين طرفي الادخال والايخراج.



الشكل (41.I):دائرة الجامع المشترك لترنستور من النوع NPN

ان كسب التيار في ربط الجامع المشترك يمثل النسبة بين تيار الجامع الى تيار القاعدة، ومن ذلك نجد أن ربط الجامع المشترك يتيح كسب تيار عالي يقارب كسب تيار الباعث المشترك ($I_E \approx I_C$)، اما كسب الفولتية فيكون منخفضاً (أقل من واحد).

ومن ميزاتها الحصول على كسب عالٍ (أعلى من الباعث المشترك) ولا يوجد كسب للجهد (معامل التضخيم أقل من واحد) ولا يوجد فرق في طور الموجة الداخلة مع الموجة الخارجة، وذات ممانعة دخل عالية و ممانعة خرج منخفضة [10].

6.8.1 خصائص الوصلات:

الجدول (1.I): يمثل خصائص الوصلات الثلاث

الخاصية	القاعدة المشتركة	الباعث المشترك	المجمع المشترك
ربح الجهد	مرتفع	مرتفع	أقل من الواحد
ربح التيار	أقل من الواحد	مرتفع	مرتفع
ربح الاستطاعة	معتدل	مرتفع	مرتفع
انعكاس في الطور	لا	نعم	لا

مرتفعة	معتدلة	منخفضة	معاوقة الدخل
منخفضة	معتدلة	مرتفعة	معاوقة الخرج

7.8.1 استخدامات الترانزستور:

1.7.8.1 الترانزستور كمكبر:

حيث يقوم بتكبير الإشارات الصغيرة الداخلة إلى القاعدة على المخرج عند المجمع، كمثال على ذلك مكبر الصوت، معالجة الإشارة، النقل الراديوي.... .

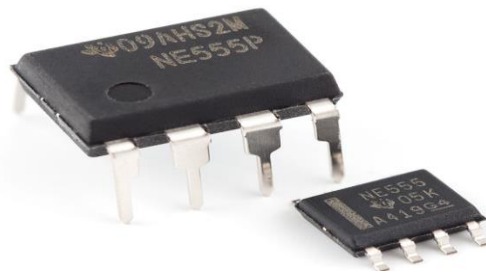
2.7.8.1 الترانزستور كمفتاح (قاطعة):

حيث يستعمل في الدوائر ذات القدرة المنخفضة كالبيوبات المنطقية أو ذات القدرة العالية مثل مفاتيح مزودات الطاقة .

9.1 المؤقت الزمني متعدد الأغراض NE555:

1.9.1 تعريف المؤقت الزمني NE555:

تم تقديم شريحة المؤقت 555 في بداية السبعينات وهي أشهر الدوائر استخداما وذلك لقلّة تكلفتها وهي موجودة على هيئة شريحة (IC) ولها ثمانية أطراف كما في الشكل (I)، ولها اسم تجاري هو (NE555)، والرقم 555 مستنتج من مقسم الجهد الموجود بالدائرة داخل الشريحة والذي يتكون من ثلاث مقاومات قيمة كل منها $5K\Omega$ ، وتستخدم بشكل واسع في تطبيقات مولدات النبضات في معظم فروع الإلكترونيات، ونذكر منها أحادي الاستقرار أو عديم الاستقرار، ثنائي الاستقرار [5].



الشكل (I.42): شكل المؤقت الزمني 555

وتتميز بالخصائص التالية

- مجال التردد كبير.
- مجال جهد التغذية واسع (5V-15V)..

- لها تيار مخرج كبير يبلغ (200MA) ويمكنها التحكم في الصمامات الضوئية، كذلك يمكنها التحكم في مصباح ذو استطاعة أو مرحل أو مكبر صوت له ممانعة كبيرة وبفضل هذه الخصائص أصبحت الدارة الإلكترونية الأكثر استعمالا إذا تعلق الأمر باستعمال النبضات أو المؤقت TIMER، هذه الدارة تتكون من صمامين 15 مقاومة و 23 مقبل [2].

2.9.1 وصف الأقطاب وتسميتها:

القطب 1: الارضي GND، يربط المؤقت 555 بالأرض 0V.

القطب 2: مدخل التنشيط Trigger او التفعيل. ويجب ان يكون موصولا بالتغذية لكي تعمل الدارة NE555.

القطب 3: مخرج الدارة Output، يكون المخرج إما في المستوى المنخفض (low) وهي قيمة قريبا من 0 (نعتبرها عادة 0V) أو المستوى العالي (high) و هو قريب من توتر التغذية الموصل في القطب 8.

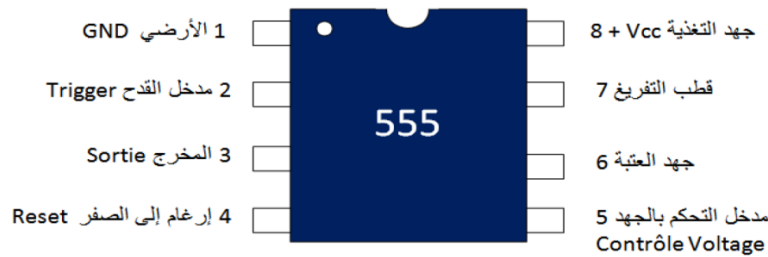
القطب 4: قطب إعادة التهيئة Reset، يتم استخدام هذا القطب لإعادة ضبط عملية توقيت، يجب يكون موصلا بالتغذية لتعمل الموقته، إذا وضع القطب 4 في الصفر (GND) 0V فإن العملية ستتوقف و لن تعمل الدارة إلا إذا تم إعادة تنشيطها عن طريق القطب 2 .

القطب 5: مدخل التحكم بالجهد في هذا الطرف يتم التحكم في زمن الميقاتية.

القطب (6): مدخل جهد العتبة.

القطب (7): قطب التفريغ Discharge، يستخدم هذا القطب لتفريغ المكثفة.

القطب (8): قطب التغذية بالجهد Vcc مجال جهد التغذية من 4.5V إلى 18V.



الشكل (43.I): أقطاب المؤقت الزمني 555

3.9.1 أنماط عمل الدارة المتكاملة 555:

تعمل الدارة المتكاملة بشكل عام بنمطي عمل مختلفين:

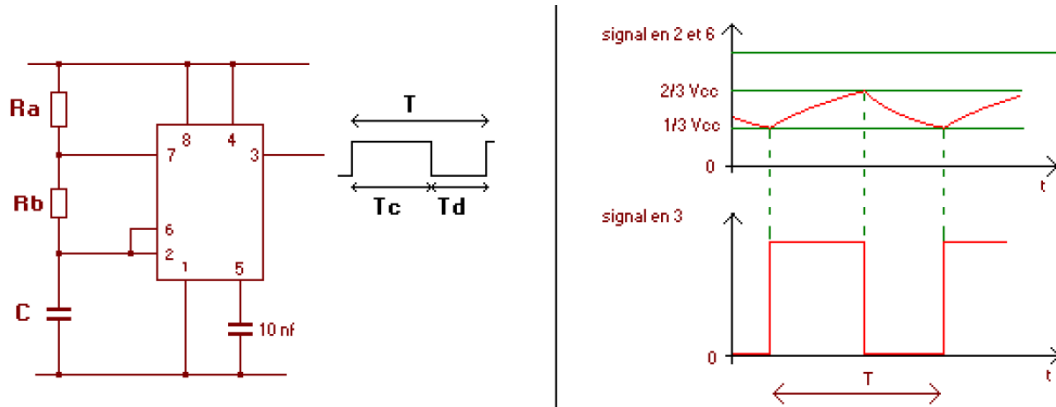
- نمط أحادي الإستقرار (مؤجلة).

• نمط عديم الإستقرار (إشارة الساعة).

سوف نهتم بدراسة المذبذب عديم الإستقرار لاحتجتا إليه في هذا المشروع.

1.3.9.1 المذبذب عديم الإستقرار:

في هذا النمط تعمل NE555 كمذبذب يعطي إشارة مترددة في مخرجه ترددها متعلق بمكثفة الموصولة به ومقاومتي الشحن والتفريغ. كما هو موضح في الشكل (45.I) [2].

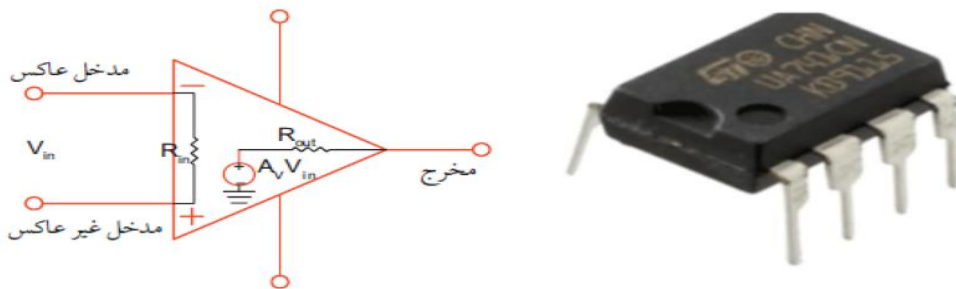


الشكل (45.I): بعض تطبيقات المذبذب عديم الاستقرار

10.1 المضخم العملي (Operational Amplifier):

يُعد المضخم العملي أحد الأجهزة الإلكترونية المصممة لتكبير الإشارات الكهربائية. يتكون هذا الجهاز من دائرة متكاملة تحتوي على عدد من العناصر الإلكترونية مثل المقاومات، والمكثفات، والترانزستورات. تتمثل المهمة الأساسية للمضخم العملي في تضخيم إشارة الدخل الكهربائية بنسبة معينة تُعرف بمعامل التكبير، وذلك لإنتاج إشارة خرج أكبر. ويُعد هذا النوع من المضخمات من أكثر المكونات استخدامًا في الدوائر الإلكترونية، حيث يدخل في العديد من التطبيقات مثل الأنظمة الصوتية، وأجهزة التحكم الحركي، وأجهزة الاستشعار، والتصوير الطبي، والمراقبة، والأنظمة الصناعية، وشبكات الاتصال الرقمية، وغيرها [3].

1.10.1 التركيبة الداخلية ورمزه المضخم العملي:



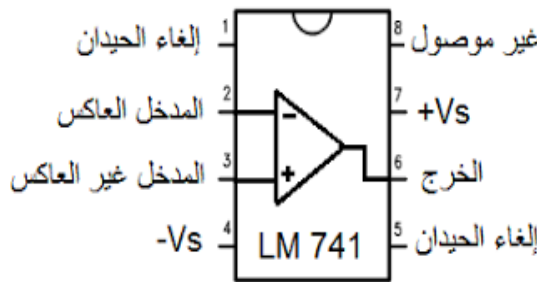
الشكل (46.I): التركيبة الداخلية وشكل المضخم العملي

2.10.1 الدارة المتكاملة لمضخم العمليات:

هناك نوعان شائعا للاستعمال متعددة الأغراض من الدارات المتكاملة التي تحوي مضخم عمليات وهما LM741 و LF411 الأولى مكونة من ترانزستورات ثنائية القطبية BJT، والثانية مداخلها مكونة من ترانزستورات تأثير المجال FET.

يمتاز مكبر العمليات بمقاومة مدخل كبيرة جدا ومقاومة مخرج منخفضة جدا، كما يحتوي على مخرج واحد ومدخلين:

- المدخل العاكس (V^-): وسمي بالمدخل العاكس لأنه كلما استعمل كمدخل للإشارات كانت قطبية الإشارة الناتجة في مخرج المكبر معكوسة.
 - المدخل غير العاكس (V^+): وسمي بالمدخل غير العاكس لأنه كلما استعمل كمدخل للإشارات كانت قطبية الإشارة الناتجة في مخرج المكبر نفسها.
- لتشغيل المكبر نحتاج إلى مصدر للتغذية قادر على إعطاء جهد موجب وجهد سالب توصلان إلى نقاط التغذية ($+V_{CC}, -V_{CC}$) ونميز من كل المكبرات المكبر العملي (741)، وهو من أشهر المكبرات استعمالا ويتوفر في التركيبة شريحة مبينة في الشكل (47.I) [5].



الشكل (47.I): الدارة المتكاملة لمضخم العمليات LM741

3.10.1 استعمالات مضخم العمليات كمقارن

يُعد المقارن من أبسط وأكثر التطبيقات شيوعاً للمضخم العملي LM741، حيث يُستخدم لمقارنة جهدين دخل وإنتاج خرج يعتمد على أي الجهدين أكبر. يتميز هذا التطبيق بغياب التغذية العكسية، مما يعني أن المضخم يعمل في وضع الحلقة المفتوحة (أي المدخل غير موصول بالمخرج)، أي إذا كان:

$$\text{فإن } V_s = +V_{CC} \quad V^+ > V^- \quad (12.1)$$

$$\text{فإن } V_s = -V_{CC} \quad V^+ < V^- \quad (13.1)$$

يمكن الاستفادة من المقارن في تشكيل النبضة بحيث يتم تحويل الموجة المثلثية أو الجيبية إلى موجة مربعة

حيث يتحكم في خرج المقارن شئئين هما:

- موجة الدخل أي (الفرق بين الدخل العاكس وغير العاكس) وهذا يتحكم في تشكيل النبضة،
- تغذية مكبر المضخم وهذا يتحكم في ارتفاع النبضة (أي الجهد) الذي يقارن بين الدخلين العاكس وغير العاكس [14].

11.1 مكبرات الصوت

أ_ الوظيفة: يُحوّل مكبر الصوت الإشارات الكهربائية (التيار المتردد) إلى صوت، ويحدث هذا نتيجة اهتزازات ناتجة عن تجاذب وتنافر الملف الداخلي مع مغناطيس طبيعي.

وحدة القياس: تُقاس مكبرات الصوت بوحدتين:

1- المقاومة الداخلية (الأوم).

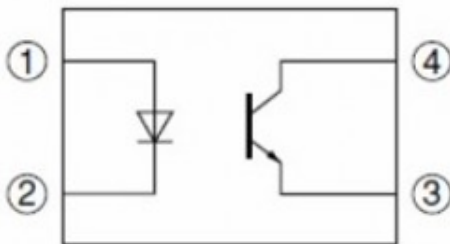
2- الطاقة المستهلكة (الواط).

ب_ الميزات: تختلف مكبرات الصوت باختلاف حجمها وشكلها وجودة الصوت.

طريقة الاختبار: استخدم جهاز القياس المتعدد لقياس مقاومة الملف الداخلي لمكبر الصوت أولاً وقارنها بالقيمة المسجلة عليه، أو استخدم مولد الإشارة لتوليد موجة جيبية بتردد مثل 1000 هرتز واستمع إلى الصوت.

12.1 شريحة العزل الضوئي:

العنصر الكهربائي المعروف باسم " opto-coupler " أو " opto-isolator " هو جهاز يستخدم لنقل الإشارة الكهربائية بين دوائر مختلفة باستخدام الضوء. يتألف العنصر الكهربائي opto-coupler من مصدر ضوء (مثل الديود الضوئي) ومستشعر ضوء (مثل الفوتو ديود) موجودين داخل عبوة واحدة [2].



الشكل (48.1): شريحة العزل الضوئي

أ_ مبدأ العمل:

تعمل دائرة العزل الضوئي على ربط دائرتين إلكترونتين بحيث تنتقل الإشارة الكهربائية من دائرة التحكم إلى دائرة التشغيل والفائدة هي حماية دائرة التحكم من أي مشاكل قد تحدث في دائرة التشغيل.

ب_ وحدة القياس:

لا توجد وحدة قياس محددة، سوى أن شرائح العزل تختلف من ناحية عدد القنوات (الإشارات) التي يمكن توصيلها وعزلها.

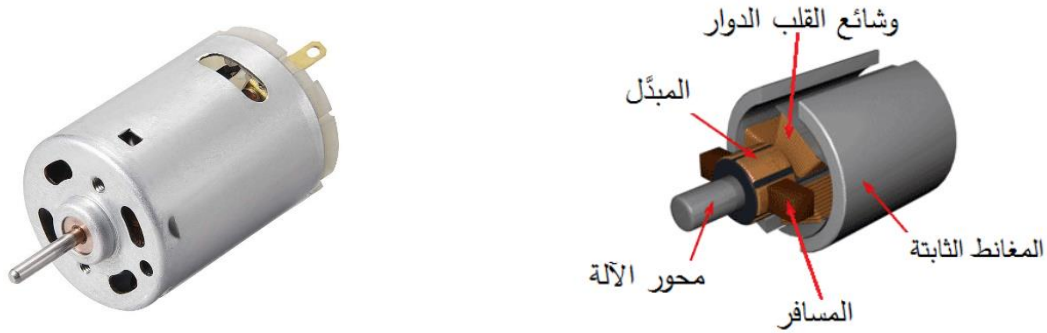
ج_ الخصائص:

توجد مقاسات مختلفة من شرائح العزل الضوئي بعضها تحتوي 4 أطراف وبعضها 6 وبعضها تحتوي مصفوفة كبيرة من المداخل والمخارج لتعزل عدد من الإشارات في شريحة واحدة [2].

13.1 المحرك الكهربائي:

المحرك الكهربائي هو جهاز يحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية، ويستخدم في مجموعة واسعة من التطبيقات، يتكون المحرك الكهربائي من عدة أجزاء أساسية. يتم توليد قوة المحرك الكهربائي عن طريق تيار كهربائي يمر عبر الحث، مما ينتج توليد مجال مغناطيسي. يتفاعل هذا المجال المغناطيسي مع المجال المغناطيسي الموجود في القطب المغناطيسي للمحرك، مما يتسبب في دوران الدوار.

يتم استخدام المحركات الكهربائية في العديد من التطبيقات، مثل محركات السيارات الكهربائية، ومحركات المراوح والمضخات، ومحركات الأجهزة المنزلية مثل الثلاجات والغسالات تعتبر المحركات الكهربائية فعالة من حيث استخدام الطاقة وصديقة للبيئة مقارنة بالمحركات التقليدية التي تعمل بالوقود. كما أنها تتميز بعزم دوران قوي وصيانة أقل. عندما يسري تيار كهربائي خلال ملف ضمن مجال مغناطيسي، تؤثر في الملف قوة ميكانيكية نتيجة تولد مجال مغناطيسي في الملف من جهة، ووجود المجال المغناطيسي الأصلي من جهة أخرى، فإذا كان الملف في وضع سهل الحركة فإنه يدور بسرعة معينة [12].



الشكل (49.I): مكونات المحرك الكهربائي

محركات التيار المستمر هي التطبيق العملي لنظرية فاراداي بحيث أنه إذا تم تغذية موصل كهربائي بتيار موضوع في مجال مغناطيسي، فيتولد قوة محرّكة لهذا الموصل ويتم تغذية ملفات المجال بالتيار المستمر فينشأ مجال مغناطيسي.

في نفس الوقت يتم تغذية ملفات الاستنتاج بالتيار المستمر عن طريق الفرش فينشأ مجال مغناطيسي آخر ينشأ من وجود مجالين مغناطيسيين عزم دوران يؤدي إلى دوران العضو الدوار وتحتاج محركات التيار المستمر إلى مبادل كهربائي يقوم بعكس اتجاه التيار [12].

14.1 المفاتيح الكهربائية:

هي عناصر كهروميكانيكية تعتمد على الحركة في عملها. وتسمى كهروميكانيكية لأنها تجمع بين مكونات ميكانيكية وكهربائية وإلكترونية.

أ_ وظيفتها:

توصيل أو فصل الجهد عن دائرة أو مسار محدد فيها.

15.1 شاشة ذات سبع قطع segment-7:

تتكون شاشة العرض سباعية الأجزاء، من سبعة مصابيح LED. تُرتب هذه المصابيح في نمط مستطيل، كما هو موضح. يُطلق على كل مصباح اسم "قطعة" لأنه، عند إضاءته، يُساهم في تمثيل الأرقام، ومن المثير للاهتمام أن تاريخ هذه الأجهزة يعود إلى عام 1903، ويُنسب إلى كارل كينسلي، الذي يُعرف بأنه مخترع طريقة التلغراف لنقل الحروف والأرقام. تُعدّ شاشة العرض سباعية الأجزاء بديلاً أبسط لشاشات العرض النقطية الأكثر تعقيداً، والمستخدم أساساً لعرض الأرقام العشرية [13].

1.15.1 أنواع شاشات العرض سباعية القطع:

يوجد نوعان أساسيان من شاشات LED سباعية القطع:

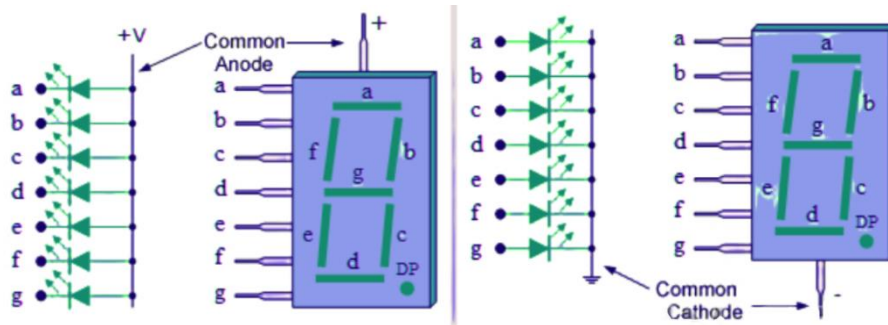
1.1.15.1 شاشة عرض سباعية القطع ذات الأنود المشترك:

في هذا النوع، تكون جميع الأقطاب السالبة (الأنودات) لمصابيح LED الثمانية متصلة، بينما تبقى الأقطاب الموجبة منفصلة.

2.1.15.1 شاشة عرض سباعية القطع ذات الكاثود المشترك:

في هذا التكوين، تكون جميع الأقطاب الموجبة (الكاثودات) لمصابيح LED الثمانية متصلة، مما يترك الأقطاب السالبة معزولة.

تتمتع شاشات العرض سباعية القطع ذات الأنود المشترك بشعبية أكبر مقارنةً بنظيراتها الكاثودية. وينبع هذا التفضيل من قدرة الدوائر المنطقية على استيعاب تيار أكبر من مصدره [13].



الشكل (50.I): أنواع شاشات العرض سباعية القطع

تُستخدم هذه الشاشات سباعية الأجزاء على نطاق واسع في الساعات الرقمية، والعدادات الإلكترونية، والآلات الحاسبة البسيطة، والعديد من الأجهزة الإلكترونية الأخرى المصممة لعرض المعلومات الرقمية.

الخاتمة:

في هذا الفصل، تناولنا العناصر الإلكترونية من جوانب متعددة، شملت أنواعها، رموزها، ومبدأ عمل كل منها، مما يوفر قاعدة معرفية لفهم كيفية استخدامها داخل الدوائر الإلكترونية. ولتكملة هذا الجانب النظري، سنخصص الفصل الموالي لدراسة أجهزة القياس الإلكترونية، مع التركيز على كيفية استعمالها لقياس واختبار صلاحية مختلف العناصر الإلكترونية، مما يُعد خطوة أساسية في تشخيص الأعطال وضمان سلامة الأداء في الأنظمة الإلكترونية.

الفصل الثاني:

أجهزة القياس

2 المقدمة

تُعدّ أجهزة القياس الإلكترونية من الركائز الأساسية في ميدان الإلكترونيات والتقنيات الحديثة، حيث بمراقبة وفهم المتغيرات الكهربائية داخل الدارات، وذات أهمية في عمليات الصيانة، والتشخيص. فسواءً كنا بصدد تحليل أداء عنصر إلكتروني بسيط كالمقاومة أو في سياق فحص دائرة معقدة، فإن جهاز القياس المناسب يسمح لنا بالحصول على معلومات دقيقة وحاسمة.

في إطار هذا المشروع، يصبح من الضروري التعمق في معرفة مختلف أجهزة القياس، سيمكننا هذا الفصل من فهم آلية اشتغال هذه الأجهزة، أنواعها، خصائصها، ومجالات استخدامها، مما يسمح بتوظيفها بفعالية في تصميم واختبار دارتنا الإلكترونية.

عليه، يتناول هذا الفصل الثاني عرضاً نظرياً وعملياً شاملاً لأجهزة القياس الإلكترونية، (بدءاً من المبادئ الأساسية للقياس الكهربائي، مروراً بأنواع الأجهزة ووحدات القياس المرتبطة بها، وانتهاءً بأجهزة القياس الرقمية والتقنيات الحديثة المعتمدة في هذا المجال، وطرق قياس بعض العناصر الإلكترونية).

1.2 القياس

القياس هو عملية مقارنة يستخدم فيها جهاز دقته معلومة للتوصل إلى معرفة مقدار كمية أو مقدار متغير أو تحديد حالة ما قد يؤثر الجهاز على الكمية المقاسة لهذا فإن القياس يجب أن يكون عملاً دقيقاً يهدف إلى الحصول على المعلومات عن الشيء دون التأثير عليه. في أي عملية قياس نتوصل عادة إلى مقدار نعبر عنه بالأرقام لكن الأرقام وحدها لا تكون لها معنى إلا إذا حددنا الوحدات التي نعبر عنها فلا يكفي أن نقول أن عرض الغرفة خمسة بل يجب أن نقول خمسة أمتار مثلاً، فيجب أن نذكر الأرقام والوحدات العالمية أو مشتقات الوحدات العالمية [1].

1.1.2 وحدات القياس

هي القيمة أو المقدار المحدد بقياس معين، وبشكل أدق تعرف على أنها مقياس محدد يستخدم لوصف أو تحديد كمية مادية تكون من نفس النوع، وعلى الرغم من أن عمليات القياس مختلفة وغير ثابتة عبر الأزمان، ففي الأيام الأولى، تم استخدام بعض الأساليب ووحدات القياس غير الرسمية مثل امتداد القدم، أو الذراع وما إلى ذلك لكن هذه الطرق لم تقدم نتائج دقيقة لذلك تطورت وحدات القياس منذ ذلك الحين والآن لدينا أنظمة قياس مختلفة أكثر ملاءمة وسهولة في الاستخدام والقدرة على الحصول على نتائج أكثر دقة [2].

2.1.2 النظام الدولي للوحدات SI

يتكون نظام الوحدات الدولية من سبع وحدات أساسية، مع وجود عدد من الوحدات الأخرى المشتقة من تلك الوحدات الأساسية يمكن استنتاجها بواسطة علاقات تضم المقادير الأساسية للنظام [2]. وفيما يلي بعض الوحدات الدولية الأساسية:

الجدول (1.II): الوحدات الدولية الأساسية

الوحدة	رمز المقدار	المقدار
المتر M	L	الطول
الكلفن K	T	درجة الحرارة
الأمبير I	I	شدة التيار ال كهربائي
المول Mol	N	كمية المادة
القنديلة Cd	I	شدة الإنارة

ومن أمثلة وحدات القياس المشتقة: كولوم لقياس الشحنة ال كهربائية، الأوم لقياس المقاومة الكهربائية، الهرتز لقياس التردد... .

2.2 أجهزة القياس الكهربائية:

تستخدم أجهزة القياس لقياس أو مقارنة كمية غير معروفة بالكمية القياسية لجهاز كهربائي خلال عملية القياس يمكن أن يكون هناك بعض الانحراف يسمى "خطأ"، الخطأ هو انحراف قيمة القياس عن القيمة المعيارية، يشار إليه (δ) [2].

1.2.2 تصنيف طرق القياس:

لما كانت عملية القياس هي عملية تقييم كمي للكمية المقاسة مقارنة بنظام وحدات معينة عن طريق جهاز قياس، فإن عملية التقييم هذه تعتمد بشكل أو بآخر على عدة عوامل منها:

• عوامل تتعلق بجهاز القياس

• عوامل تتعلق بالشخص المستخدم للجهاز

• عوامل خارجية

ولهذا فمن المتوقع أن تكون القيمة المقاسة متغيرة من جهاز لآخر ومن شخص لآخر وتبعاً لظروف القياس من عوامل خارجية، ولهذا من الصعب الحصول على القيمة الحقيقية للقياس ولكن في هذه الحالة يستخدم تعبير

القيمة المتوقعة للقياس بدلا من تعبير القيمة الحقيقية. ولأن القيمة المقاسة غالبا ما تختلف عن القيمة المتوقعة، فان هذا الفارق يسمى بالخطأ في القياس. هذا الخطأ في عملية القياس يتم التعبير عنه بإحدى الطريقتين: إما يعبر عنه بصورة مطلقة يسمى بالخطأ المطلق أو الخطأ النسبي كنسبة مئوية يسمى بالنسبة المئوية للخطأ [3].

2.2.2 تعريف الخطأ المطلق للقياس:

هو الفارق بين القيمة المتوقعة للقياس والقيمة المقاسة فعليا. ويمكن تمثيل هذه العلاقة رياضيا كما يلي:

$$e = Y_n - X_n \quad \dots\dots\dots (1.2)$$

e: الخطأ المطلق

Yn: القيمة المتوقعة للقياس

Xn: القيمة المقاسة فعليا

3.2.2 تعريف الخطأ النسبي:

النسبة بين الخطأ المطلق للقياس والقيمة المتوقعة للقياس. ويمكن تمثيل هذه العلاقة رياضيا كما يلي:

$$\frac{e}{Y_n} = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

و أما النسبة المئوية للخطأ فيُعبر عنها بالعلاقة التالية:

$$\frac{e}{Y_n} \times 100 = \left| \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

3.2 تصنيف أجهزة القياس حسب مبدأ التشغيل:

1.3.2 أجهزة القياس التماثلية:

وهي تصمم بمؤشر يتحرك على تدريج يبين القيمة أو القراءة المقاسة مباشرة، مثل جهازي: 4 .



الشكل (2.II): جهاز قياس التيار.



الشكل (1.II): جهاز متعدد القياسات التماثلي.

2.3.2 أجهزة القياس الرقمية:

وهي أجهزة دقيقة جدا تظهر الكمية أو القيمة المقاسة على شاشة الإلكترونية في صورة أرقام. مثل: الجهاز متعدد القياسات الرقمي [4].



الشكل (3.II): الجهاز متعدد القياسات الرقمي.

3.3.2 أجهزة القياس التكاملية:

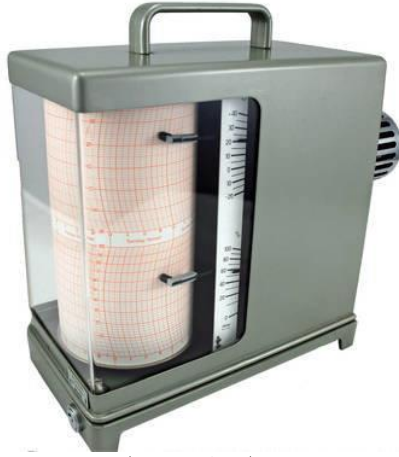
وهي تكامل الكمية المقاسة خلال فترة زمنية محددة [4].



الشكل (4.II): جهاز قياس استهلاك الطاقة الكهربائية.

4.3.2 أجهزة القياس التسجيلية:

وهي عبارة عن مؤشر يرسم بيانياً على ورق حيث يمثل الكمية المقاسة المتغيرة مع الزمن [4].



الشكل (5.II): جهاز قياس جهاز قياس الرطوبة والحرارة KRK 508 مع حركة ميكانيكية

4.2 أنواع أجهزة القياس:

تصنف أجهزة القياس طبقاً لطرق القراءة إلى أجهزة تماثلية، ورقمية.

1.4.2 أجهزة القياس التماثلية:

هي أجهزة تعتمد في قراءتها على مؤشر متحرك في أغلب الحالات وتعتمد في فكرة تشغيلها على أحد التأثيرات المختلفة للتيار الكهربائي، أجهزة القياس التماثلية الكهربائية تتطلب ثلاث عناصر أساسية:

(أ) **عنصر التشغيل:** وهو العنصر المسؤول عن القوة الميكانيكية الناتجة عن التيار أو الجهد الذي يؤدي إلى انحراف المؤشر عن موضع الصفر.

(ب) **عنصر التحكم:** وهو العنصر المسؤول عن القوة الميكانيكية التي تعمل على مواجهة قوة الانحراف الناتجة عن عنصر التشغيل، وتسبب توقف المؤشر عند قيم القراءات التي تناظر القيم المقاسة، كما يمنع المؤشر من الانتقال دائماً إلى أقصى انحراف.

(ج) **عنصر التخميد:** وهو العنصر المسؤول عن قوى التخميد التي تجعل المؤشر يستقر في موضعه النهائي للقراءة بسرعة دون التأرجح حول نقطة القراءة.

وقبل معرفة الجهاز التماثلي في شكله المتطور الحالي مرت أجهزة القياس التماثلية بعدة مراحل ومن أشهر أنواع هذه الأجهزة ما يلي:

1.1.4.2 أجهزة القياس ذات الملف المتحرك:

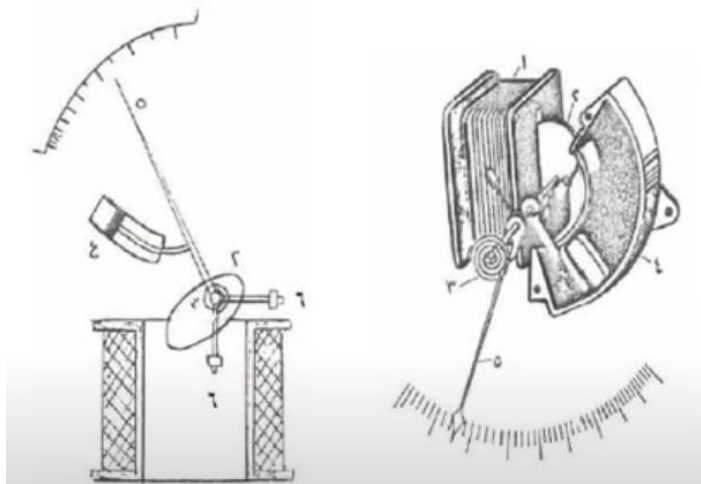
وهي أجهزة ذات مغناطيس دائم يتحرك داخل ملف يحمل التيار وتعتمد طريقة تشغيل الجهاز على حركة الملف عن طريق التأثير المتبادل بين المجال الناشئ من مرور تيار بالملف المتحرك ومجال المغناطيس الدائم [5].



الشكل (6.II): جهاز قياس ذو ملف متحرك - نموذج PM 2-500MA -

2.1.4.2 أجهزة القياس ذات القلب الحديدي:

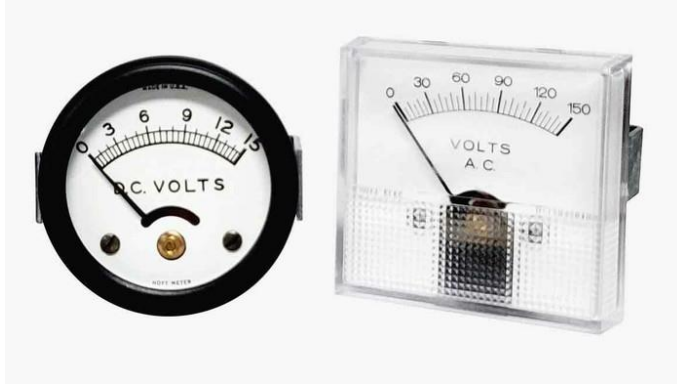
وهي أجهزة ذات ملف ثابت يحمل التيار وبداخله قطعة من الحديد المطاوع تكون صغيرة مركبة على عمود الدوران بالجهاز وتمغنت هذه الحديدة لحظيا بمرور التيار بالملف [5].



الشكل (7.II): أجهزة القياس ذات القلب الحديدي المتحرك من النوع التجاذبي

3.1.4.2 أجهزة قياس المغناطيس المتحرك :

وهي أجهزة تحتوي على شريحتين من الحديد موضوعتان في مجال مغناطيسي قوي وتكتسب الشريحة الحديدية الخاصية المغناطيسية وتتولد قوة تنافر مغناطيسية على كل شريحة وتعتمد هذه الأجهزة على هذه الظاهرة [5].



الشكل (8.II): أجهزة قياس المغناطيس المتحرك

وأشهر أجهزة القياس التناظرية هو جهاز قياس الأفوميتر التناظري وهو جهاز قياس متعدد القياسات يقوم بقياس كل من التيار، الجهد والمقاومة.

وقبل هذا الجهاز كان كل من التيار، الجهد والمقاومة يقاس على حدي في كل من الأجهزة التالية:

4.1.4.2 جهاز قياس التيار الأمبير متر:

جهاز يستخدم لقياس شدة التيار في الدارة الكهربائية ويربط على التسلسل.



الشكل (9.II): جهاز الأمبير متر التماثلي

5.1.4.2 جهاز قياس المقاومة (الأومتر):

جهاز يستخدم لقياس قيمة المقاومات المستعملة في الدارات الكهربائية، يستخدم أيضا لقياس مقاومات بعض الأسلاك أو الكوابل:



الشكل (10.II): جهاز الأوم متر التناظري

6.1.4.2 جهاز قياس الجهد (الفولت ميتر):

جهاز يستخدم لقياس فرق الكمون بين نقطتين، ويربط في الدارة الكهربائية على التفرع



الشكل (11.II): جهاز الفولت ميتر التناظري

7.1.4.2 جهاز متعدد القياسات التناظري:

هو جهاز متعدد القياس يقوم بقياس كلا من الجهد والتيار والمقاومة ويوجد بعدة أشكال في السوق التجارية، وسمي بهذا الاسم اشتقاقا من الحروف التالية [5].

- حرف لقياس التيار بالأمبير (Ammeter)

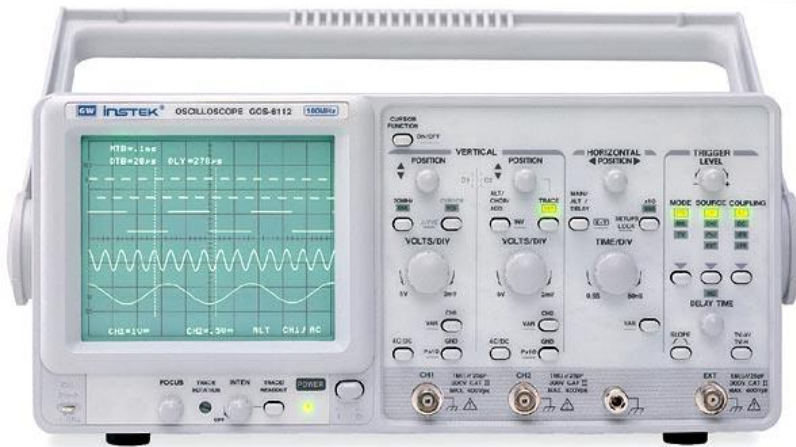
- حرف لقياس الجهد بالفولت (Voltmeter)
 - حرف لقياس المقاومة بالأوم (Ohmmeter)
- أي أنه جهاز شامل جمع بين أجهزة الأمبيرميتر والفولتميتر والأوميتر.



الشكل (12.II): أحد أجهزة الأفوميتر التناظري

8.1.4.2 جهاز راسم الإهتزاز المهبطي التماثلي:

يعتبر راسم الإهتزاز المهبطي من أهم الأجهزة الإلكترونية ذات الفوائد المتعددة في القيم بالقياسات الكهربائية ومشاهدة ومتابعة أشكال الاشارات المختلفة وتوضيح سعة الإشارة ال كهربائية وتغيره مع الزمن ويكون بذلك حساب التردد كما يمكن إدخال إشارتين ومقارنتها من حيث سعة الجهد والت تردد وفرق الطور [7].



الشكل (13.II): جهاز راسم الإهتزاز المهبطي التماثلي

9.1.4.2 مميزات أجهزة القياس التماثلية:

- أجزاءها دوارة بسيطة التركيب.
- صغر الحجم وخفة الوزن.
- سهولة نقله من مكان إلى آخر.
- يجب عدم خلو حقيبة أي فني منه [7].

10.1.4.2 عيوب أجهزة القياس التماثلية:

- القراءة معرضة لخطأ العنصر البشري.
- القراءة معرضة للخطأ نتيجة التداخلات المغناطيسية والحرارية المحيطة.
- صعوبة الاستعمال لغير المتخصص.
- غالية الثمن [5].

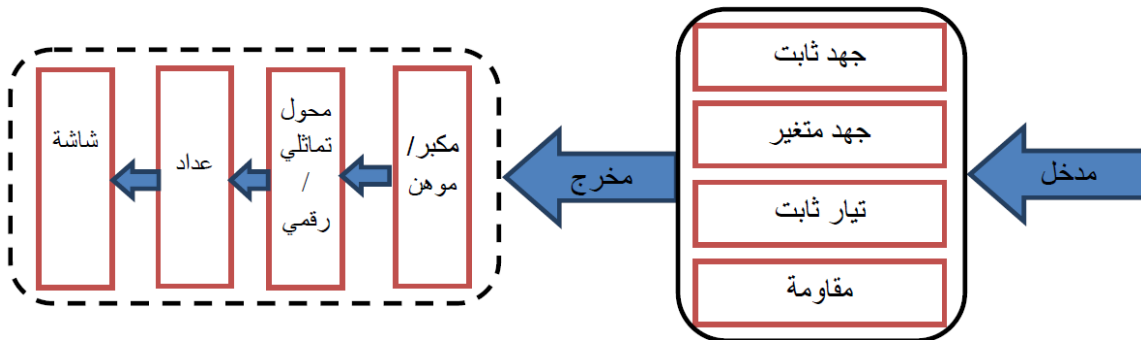
2.4.2 أجهزة القياس الرقمية

هي أجهزة قياس إلكترونية تظهر الكميات المقاسة في صورة أرقام على شاشات عرض رقمية وقد كانت أغلب أجهزة القياس السابقة تماثلية.

بدأت أجهزة القياس الرقمية في الانتشار بسرعة نتيجة التقدم السريع في تصنيع أشباه الموصلات والهندسة الرقمية والدوائر المندمجة والدوائر المنطقية إلى أن أمكن إنتاج أجهزة قياس دقيقة وتم الاستغناء عن المؤشر الذي كان العلامة المميزة للأجهزة التماثلية [6].

1.2.4.2 مبدأ تشغيل الأجهزة القياس الرقمية

يوضح الشكل التالي مخطط صندوقي لأجهزة القياس الرقمية [6].



الشكل (14.II): مخطط صندوقي لأجهزة القياس الرقمية

2.2.4.2 جهاز متعدد القياس الرقمي:

يستطيع جهاز متعدد القياس الرقمي أن يقيس أنواع كثيرة من مجالات القياس مثل: الجهد المستمر والمتردد وكذا التيار المستمر والمتردد، قياس جميع أنواع المقاومات الموصلية، قياس بعض السعات الكهربائية، قياس التردد، قياس درجة الحرارة، قياس الترانزستور ومعاملات التكبير.



الشكل (15.II): جهاز متعدد القياسات الرقمي

3.2.4.2 مكونات جهاز متعدد القياسات الرقمي:

أ_ شاشة عرض رقمية

تظهر نتائج في صورة أرقام على الشاشة ومن خانات لإيضاح الأجزاء العشرية للنتائج.

ب_ تدريج الجهاز:

وهو مفتاح متعدد الاختبارات لاختيار نوع القياس ونوع الكمية المقاسة.

ج_ مداخل أقطاب القياس:

فيها مدخل أساسي هو (COM) المدخل المشترك في جميع أنواع القياس ومداخل أخرى للأنواع الأخرى من القياسات.

4.2.4.2 طريقة ربط جهاز متعدد القياسات:

عند القياس بجهاز متعدد القياسات يجب الأخذ بعين الاعتبار طريقة توصيله في الدارات الكهربائية

أ_ التوتر: يركب على التوازي مع العناصر التي نريد قياس التوتر بين طرفيها.

ب_ شدة التيار الكهربائي: يركب على التوالي مع العناصر التي نريد قياس شدة التيار الكهربائي المار بها.

جـ. المقاومة: يركب على التوازي مع مقاومة معزولة عن الدارة الكهربائية.

5.2.4.2 مجالات قياس الجهاز:

يستطيع جهاز القياس المتعدد الرقمي أن يقيس أنواع كثيرة من مجالات القياس ومن أهمها:

- قياس الجهد المستمر والمتردد (VAC, VDC) .
- قياس التيار المستمر و المتردد (I AC, IDC) .
- قياس جميع أنواع المقاومات و الموصلية ($R\Omega$) .
- قياس الموحدات وأشباه الموصلات
- قياس الترانزستور و معاملات التكبير (NPN , PNP) (HFE , β) .
- قياس أنواع مختلفة من السعات الكهربائية (μF) .
- قياس التردد (HZ) .
- قياس درجة الحرارة (C° , F) .
- اختبار بعض الدوائر المنطقية

ويمتاز هذا النوع من الأجهزة بأنه في حالة وضع مجسات القياس في مكان خاطئ للقياس فإن الجهاز يعطي تحذير بإنذار صوتي بأن هناك خطأ في توصيل مجسات القياس لوضع مخالف للتدرج وكان هذا من المميزات الرائعة جدا لأنه في حالة توصيل الخطأ في القياس يحدث أن يتلف الجهاز مع تلف " فيوز " القياس الداخلي للجهاز [6].

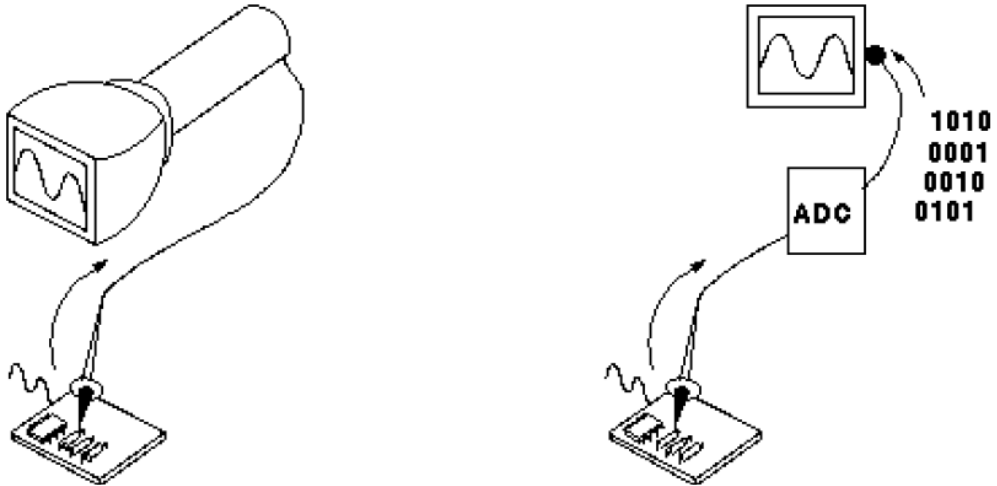
6.2.4.2 راسم الاهتزاز المهبطي الرقمي:

جهاز الاوسيلوسكوب الرقمي له نفس تركيب الجهاز التماثلي ويستخدم في نفس التطبيقات الاختلاف الاساسي في تركيب الاوسيلوسكوب الرقمي هو دارة التحويل التماثلي الرقمي (analog to digital converter)، لتحويل جهد الاشارة المراد قياسها أو دراستها الى معلومات رقمية ومعالجتها ثم استخدام المعلومات الرقمية لإظهار شكل الاشارة على نظام الاظهار [7].



الشكل (16.II): جهاز راسم الاهتزاز المهبطي الرقمي

الشكل التالي يبين الفرق بين كل من النظامين:



الشكل (17.II): الفرق بين الجهاز الرقمي والتماثلي

7.2.4.2 استخدامات راسم الاهتزاز المهبطي:

ويعتبر راسم الاهتزاز المهبطي من الأجهزة الهامة والمستخدمه في:

- قياس الجهود
- دراسة أشكال الموجات للإشارات المختلفة
- قياس فواصل الأزمنة، قياس فروق الأطوار وقياس الترددات والقدرة.
- يستخدم كجهاز مؤشر للصفر في النظام المتناوب.
- يستخدم بكثرة كجهاز معمل لاكتشاف الأعطال في أجهزة المذياع والتلفاز وجميع.
- الأجهزة الكهربائية في المعامل في حالات الأبحاث والتصميم.

8.2.4.2 الكماشة المتعددة القياسات الرقمية:

تم تصميم الكماشة المتعددة القياسات لقياس التيارات المتناوبة والمستمرة حتى 1500 أمبير وقياس التوتر حتى 1000 فولت كما يمكنها أيضًا قياس القدرة الكهربائية من خلال قياس الجهد والتيار ويُستخدم هذا الجهاز أيضًا في قياس المقاومة، السعة، الاستمرارية، وجهد الثنائيات. تقوم الكماشة المتعددة القياسات بقياس تردد الشبكة بدقة عالية. ومن خلال مستشعر داخلي، تستطيع الكماشة اكتشاف الأسلاك غير المزودة بالتيار، ويمكن استخدامها لقياس الكابلات والخطوط ذات قطر يصل حتى 5مم. توفر شاشة LED كبيرة ومضاءة خلفيًا لقراءة واضحة وسهلة للقيم المقاسة [8].



الشكل (18.II): الكماشة المتعددة القياسات

9.2.4.2 شروط استخدام أجهزة القياس:

- يجب استخدام أجهزة القياس بدقة وعدم تعريضها للصدمات.
- يجب أن يقوم المستخدم بالإطلاع على النشرة المرفقة مع الجهاز قبل استخدامه.
- يجب اختيار دقة الجهاز المناسبة قبل البدء في عملية القياس.
- يجب فحص الأجهزة والتأكد من سلامتها قبل البدء بعملية القياس.
- فحص البطارية الداخلية للجهاز والتأكد من صلاحيتها [5].

10.2.4.2 مميزات أجهزة القياس الرقمية:

- سهولة الاستخدام لأي شخص غير المتخصص.
- رخص الثمن.

- تعطي قراءة واضحة ومباشرة وبدرجة عالية من الدقة.
- سهولة حمل ووضع الجهاز ولا يشترط وضعه معين أفقياً أو رأسياً.
- لا يوجد بها أخطاء نتيجة للاحتكاك أو العنصر البشري.
- استهلاك قدرة منخفضة ولا تحتاج لمصادر عالية للجهد للتشغيل بل تعمل على بطاريات صغيرة.

5.2 اختبار بعض العناصر الالكترونية باستعمال جهاز متعدد القياسات:

1.5.2 إختبار المنصهرة:

يستخدم جهاز القياس المتعدد لاختبار المنصهرة، والطريقة الأسهل هي ضبط المقياس المتعدد على وضعية المقاومة بتوصيل أطرافه بالمنصهر. يكون المنصهر تالفاً إذا أظهر المقياس المتعدد إشارة OL.



الشكل (19.II): طريقة إختبار المنصهرة

2.5.2 إختبار المكثفة:

تحتوي معظم أجهزة القياس المتعددة الحديثة على خيار قياس المكثف، وهي طريقة سهلة للاختبارها. نضع المؤشر على $f\mu$ ، ونضع طرفي جهاز القياس المتعدد على طرفي المكثف، ونقرأ النتيجة. سيعطي المكثف المناسب قراءة دقيقة للقراءة المكتوبة عليه.

ملاحظة: تكون المكثفات مشحونة أحياناً بدرجة عالية. يجب تفريغ الشحنة بواسطة المقاومة. كما هو موضح.



الشكل (20.II): طريقة إختبار المكثفة

3.5.2 إختبار الوشيعة:

نضبط الجهاز على رمز المقاومة ونعلم أن مقاومة الملفات صغيرة جدًا. لذلك، يُمكن استخدام جهاز القياس المتعدد لقياس مقاومة الملف. بعض الملفات تتلف بسبب القطع، وتكون مقاومتها عالية جدًا أو لا تظهر أي قراءة بسبب قصر داخلي.



الشكل (21.II): اختبار صلاحية الوشيعة باستخدام متعدد القياسات

4.5.2 إختبار المحول الكهربائي:

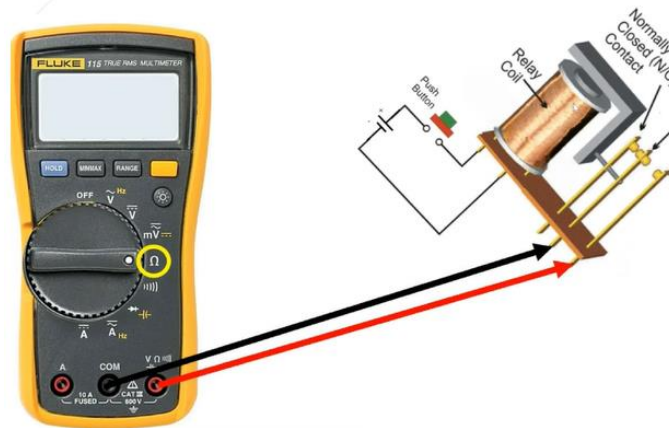
يمكن تشخيصه بنفس طريقة تشخيص الوشيعة، وذلك بقياس قيمة مقاومة كل من اللف الأولى والثانوي.



الشكل (22.II): اختبار صلاحية المحول الكهربائي باستخدام متعدد القياسات

5.5.2 اختبار صلاحية المرحل:

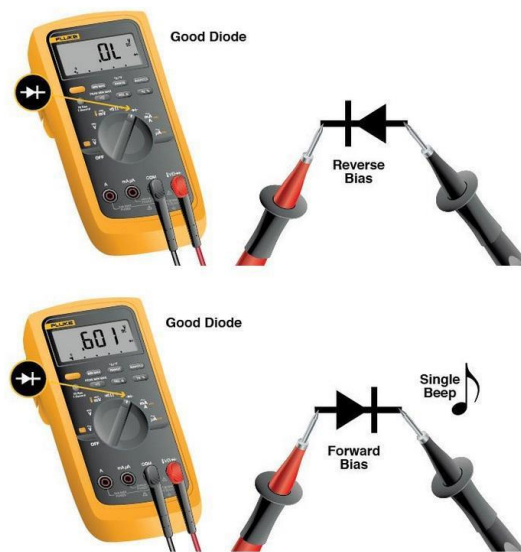
من أجل اختبار صلاحية المرحل نضبط جهاز متعدد القياسات الرقمي على وضع المقاومة من أجل قياس مقاومة الملف إذا أعطى قيمة فإن الملف سليم. ثم بعد ذلك يوصل الملف عبر بطارية إذا سليم نلاحظ إذا كانت الجهاز يقرأ قيمة المقاومة أثناء فتح وغلق الملامس



الشكل (23.II): اختبار صلاحية المرحل باستخدام متعدد القياسات

6.5.2 اختبار الصمام الثنائي:

يتوفر خيار اختبار الصمام الثنائي في أجهزة القياس الرقمية الحديثة. نختار هذا الخيار ثم نوصل الأنود بالطرف الموجب، والكاثود بالطرف السالب لجهاز متعدد القياس الرقمي. ستظهر القيمة. عند التوصيل العكسي، ستظهر القيمة صفر أو حلقة مفتوحة (OL).



الشكل (24.II): اختبار صلاحية الصمام الثنائي باستخدام متعدد القياسات

7.5.2 اختبار صلاحية الثنائي الضوئي LED:

من أجل اختبار صلاحية الثنائي الضوئي نضبط جهاز متعدد القياسات على رمز الديود، ثم نربط السلك الأسود بالكاثود والسلك الأحمر بالأنود يعطي قراءة من (1V إلى 3V) أما إذا عكسنا الأسلاك يعطي (OL) وهو دليل على سلامته

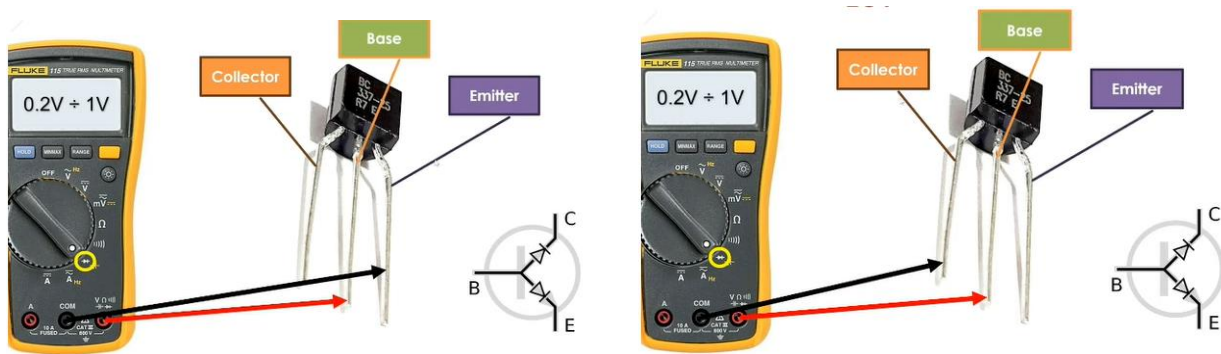


الشكل (25.II): اختبار صلاحية الثنائي الضوئي LED باستخدام متعدد القياسات

8.5.2 اختبار صلاحية الترانزستور ثنائي القطبية BJT:

1.8.5.2 أولاً من أجل اختبار صلاحية الترانزستور NPN:

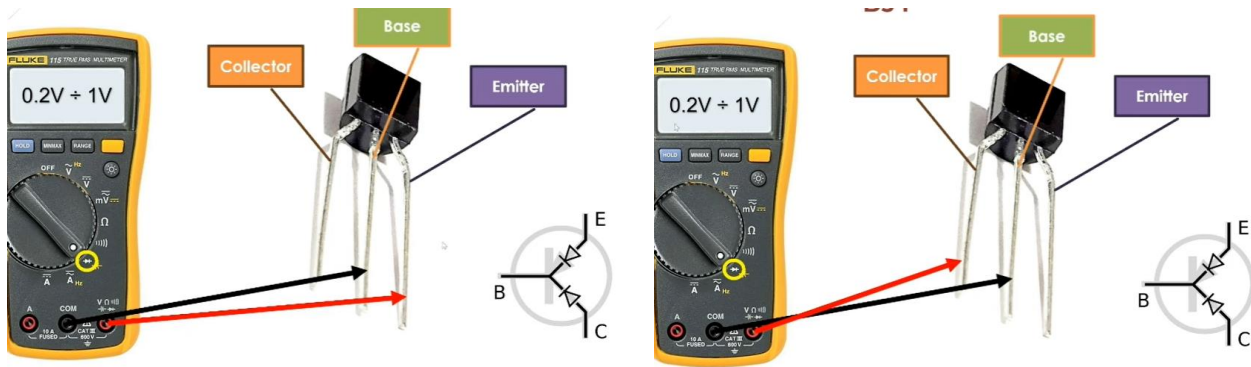
نضبط جهاز متعدد القياسات على رمز الديود، وبعد الإطلاع على الداتا شيت ومعرفة أسم كل طرف منه، نضع الطرف السلك الأحمر (موجب) على القاعدة B ثم نلمس بالطرف السلك الأسود مرة مع المجمع C، ومرة مع الباعث E، نتحصل على القراءة 0.2 V إلى 0.7V وهذا دليل على صلاحيته، أما إذا عكسنا الأقطاب نقرأ OL .



الشكل (26.II): اختبار صلاحية ترانزستور NPN باستخدام متعدد القياسات

2.8.5.2 ثانياً من أجل اختبار صلاحية الترانزستور PNP:

نضبط جهاز متعدد القياسات على رمز الديود، وبعد الإطلاع على الداتا شيت ومعرفة أسم كل طرف منه، نضع بالطرف السلك الأسود (السالب) على القاعدة B ثم نلمس بالطرف السلك الأحمر (موجب)، مرة مع المجمع C، ومرة مع الباعث E، نتحصل على القراءة 0.2 V إلى 0.7V وهذا يدل على صلاحيته، أما إذا عكسنا الأقطاب نقرأ OL.



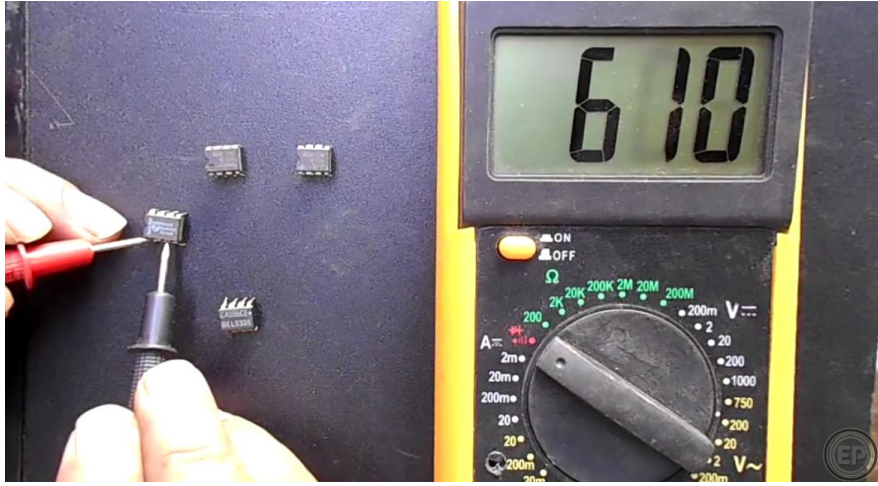
الشكل (27.II): اختبار صلاحية ترانزستور PNP باستخدام متعدد القياسات

9.5.2 تشخيص الدارة المدمجة NE555:

لاختبار صلاحية المؤقت NE555، نستخدم جهاز متعدد القياسات ونضبطه على وضع فحص الدايدود بعد التأكد من أن المؤقت مفصول عن أي دائرة إلكترونية، نبدأ بإجراء القياسات على الأطراف. نضع الطرف الأسود (السالب) على الرجل رقم 1 (GND)، ثم نضع الطرف الأحمر (الموجب) على باقي الأرجل واحدة تلو الأخرى، من الرجل رقم 2 حتى الرجل رقم 8.

- إذا كانت هذه القيم المقروءة ضمن هذا النطاق (بين 590mV إلى 700mV)، فإن هذا يشير إلى أن المؤقت في حالة جيدة وصالح للاستخدام.
- أما إذا ظهرت قراءات مثل: قراءة أعلى من 1000mV، أو قراءة (OL)، فإن هذا يدل على أن المؤقت تالف داخلياً.

ملاحظة: هناك طريقة أخرى من أجل فحص المؤقت وهي اختبار المقاومات الداخلية بين الأرجل وذلك بضبط جهاز متعدد القياسات على وضع الأوم Ω.



الشكل (28.II): اختبار صلاحية NE555 باستخدام متعدد القياسات

الخاتمة:

في ختام هذا الفصل، تمكنا من فهم عموميات حول أجهزة القياس وأهميتها في العديد من المجالات، استعرضنا أيضا أنواعا مختلفة من أجهزة القياس، بدءا من المقاييس البسيطة وصولا إلى الأجهزة المتقدمة مثل الأوسيلوسكوب. وانطلاقًا من هذه المعارف النظرية والتقنية، سننتقل في الفصل الموالي إلى الجانب التطبيقي والمتمثل في تشخيص العناصر الإلكترونية، وفق دفتر شروط وتصميم صندوقي للجهاز المراد إنجازه، حيث سيتم توظيف المفاهيم المكتسبة حول العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس في اختبار مدى صلاحيتها بشكل عملي وممنهج.

الفصل الثالث :

تشخيص العناصر و التصميم

الصندوق في الم شروع

3 مقدمة:

بالاعتماد على الفصول السابقة التي تناولنا فيها طرق التشخيص التقليدية باستخدام بعض الأجهزة المخبرية، نُقدم في هذا الفصل اقتراحاً لتصميم صندوقي والذي يتناسب مع دفتر الشروط المحدد. يهدف التصميم المقترح إلى إنجاز جهاز إلكتروني واحد قادر على تشخيص معظم العناصر الإلكترونية الشائعة بشكل مبسط للغاية، مما يتيح استخدامه من قبل الهواة وكذلك المتخصصين. يعتمد الجهاز على مجموعة من التراكيب الإلكترونية التي تعمل بالمعالجة التماثلية لإدارة ومعالجة الإشارات، مما يسهم في توفير طريقة تشخيص فعالة وسهلة الاستخدام.

1.3 مبدأ العمل:

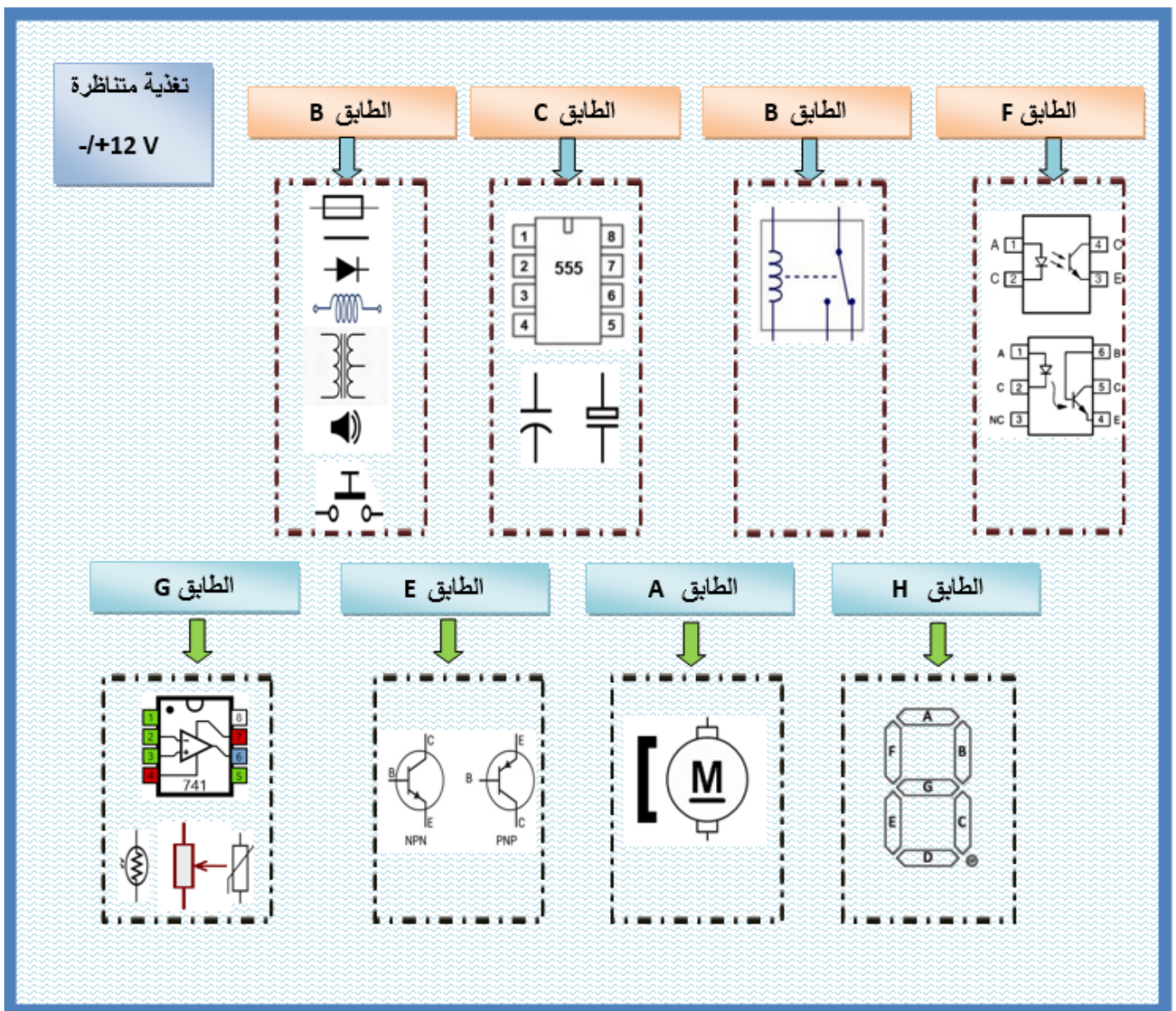
الهدف من إنجاز هذه المذكورة هو تشخيص العناصر الإلكترونية شائعة الاستعمال، نظراً لأهميتها في الدوائر الإلكترونية.

في هذا العمل، سنعرض طرق تشخيص كل عنصر على حدة، مع التركيز على إنجاز التراكيب أو الطوابق المقترحة المناسبة لتشخيص كل عنصر، كما سنرفق مبدأ عمل مختصر لكل عنصر، حيث يتم التحقق من صلاحيته من خلال الثنائي الضوئي (LED) الذي يوضح حالة العنصر إذا ما كان صالحاً للاستخدام أم لا.

2.3 التصميم الصندوقي للمشروع:

يعتمد تصميم الجهاز على بنية متعددة الطوابق، حيث يُخصص كل طابق لتشخيص نوع معين من العناصر الإلكترونية. يتم تغذية الجهاز بواسطة مصدر تناظري $\pm 12V$. يوضح الشكل التالي التوزيع الوظيفي للطوابق:

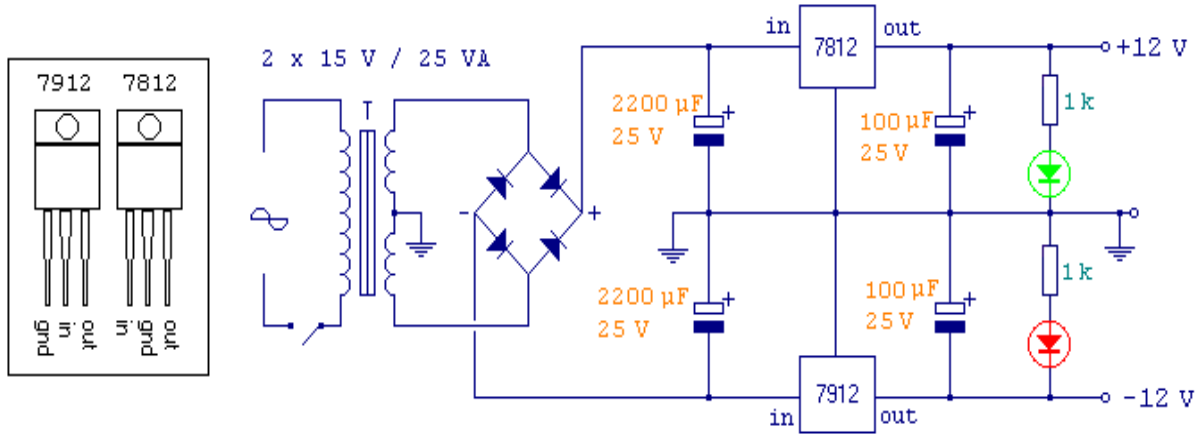
التصميم الصندوقي للمشروع:



3.3 دراسة وإنجاز طابق التغذية:

1.3.3 بطاقة التغذية المتناظرة $\pm 12V$:

بما أن بطاقة تشخيص العناصر الإلكترونية تحتاج إلى تغذية كهربائية متناظرة بجهدين $+12V$ و $-12V$ ، قمنا بإنجاز بطاقة تغذية مناسبة لهذا الغرض كما هو موضح في الشكل (1). تعتمد هذه البطاقة على محول كهربائي مزدوج الخرج $(2 \times 15V)$ ، يليها مقوم جسر، ومجموعة من المكثفات للتنعيم، ثم مثبتات جهد من نوع 7812 و 7912 لضبط الجهد الخارج. توفر هذه البطاقة توتراً مستقراً وثابتاً لتغذية مختلف الطوابق الإلكترونية للمشروع.



الشكل (1.III): دائرة التغذية

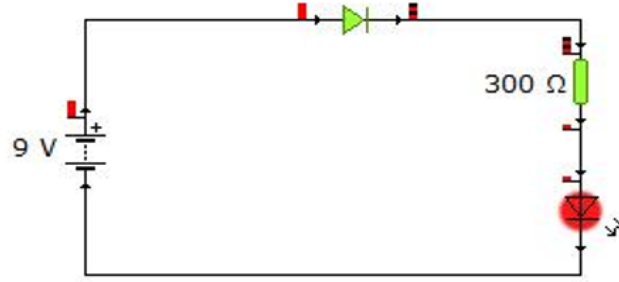
4.3 تشخيص الطابق B :

1.4.3 تشخيص الصمام الثنائي:

يعتمد تشخيص الصمام الثنائي على خاصية الأنود والكاثود أي:

- إذا كان: $V_A > V_K$ فإن التيار يمر ويكافئ قاطعة مغلقة، أي أن الثنائي مستقطب أمامياً.
 - إذا كان: $V_A < V_K$ فإن التيار لا يمر ويكافئ قاطعة مفتوحة، أي أن الثنائي مستقطب عكسياً.
- عند عكس الصمام الثنائي أي يصبح مستقطب عكسياً، يجب أن يكون التيار منعدم أي $(I=0)$ مما يؤكد صلاحية الصمام الثنائي.

وبالتالي نستعمل التركيب (1) التالي:



الشكل(2.III): تركيب الخاص بتشخيص الصمام الثنائي

بما أن الصمام الثنائي مستقطب أمامياً أي ($V_A > V_K$) مما يجعل التيار يأخذ قيمة:

$$E - V_D - RI - V_{LED} = 0 \quad \dots\dots\dots (1.3)$$

$$I = \frac{E - V_D - V_{LED}}{R} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

- في حالة انعدام التيار في الاستقطاب الأمامي يمكن القول أن الثنائي (D) أو الثنائي الضوئي (LED) غير صالح للاستعمال وهذا يفسر دارة مفتوحة.

1.1.4.3 حالات التشخيص:

1.1.1.4.3 الحالة الأولى:

في حالة وصل الثنائي أمامياً وأضاء LED، ثم يوصل عكسيا ولم يضيء LED، نستنتج أن الصمام الثنائي في حالة سليمة

2.1.1.4.3 الحالة الثانية:

في حالة وصل الثنائي أمامياً وأضاء الـLED، ثم يوصل عكسيا ويضيء LED، يدل ذلك على أن الثنائي فقد خاصية التوصيل في اتجاه واحد، أي أن الثنائي تالف (مقصور داخلياً)،

3.1.1.4.3 التجربة الثالثة:

في حالة وصل الثنائي أمامياً يفترض أن يسمح الثنائي بمرور التيار في هذا الاتجاه، ولكن بما أن الـLED لا يضيء، فهذا يدل على أن الثنائي مقطوع أو تالف.

الجدول (1.III): التراكيب الخاصة بتشخيص الصمام الثنائي

التشخيص	التجربة
صالح للإستعمال	
غير صالح للإستعمال	
غير صالح للإستعمال	

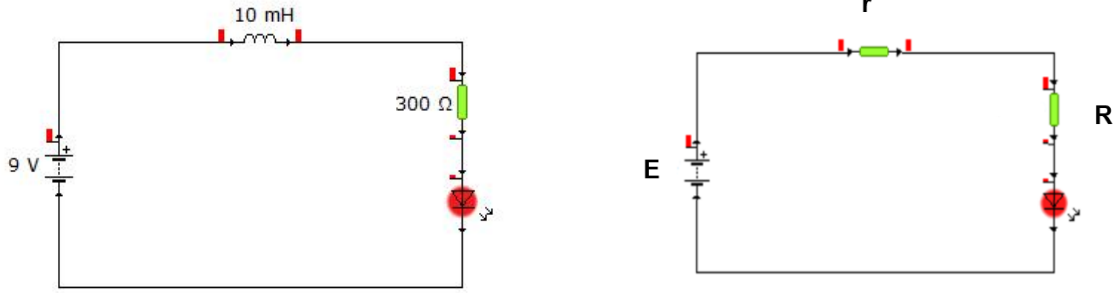
2.4.3 تشخيص الوشيعة:

الوشيعة: عبارة عن مجموعة من اللفات طولها L ومقاومة داخلية r في النظام السكوني ممانعة الوشيعة تؤول إلى 0.

$$Z_L = jL\omega \quad (3.3)$$

حيث أن

يمكن تشخيص الوشيعة باستعمال نفس التركيب (1) وذلك بوضع الوشيعة مكان الثنائي، يمكن تمثيل الوشيعة بمقاومتها الداخلية، حيث أنه إذا كانت لفات الوشيعة سليمة يتوهج الثنائي (LED) كما هو موضح في التركيب الموالي.



الشكل (3.III): تركيب الخاص بتشخيص الوشيعة

ومنه فإن عبارة التيار تعطي كالتالي:

$$E = rI + RI + V_{LED} \quad (4.3)$$

$$I = \frac{E - V_{LED}}{r + R} \quad (5.3)$$

1.2.4.3 نميّر حالتين:

1.1.2.4.3 I > 0 في حالة:

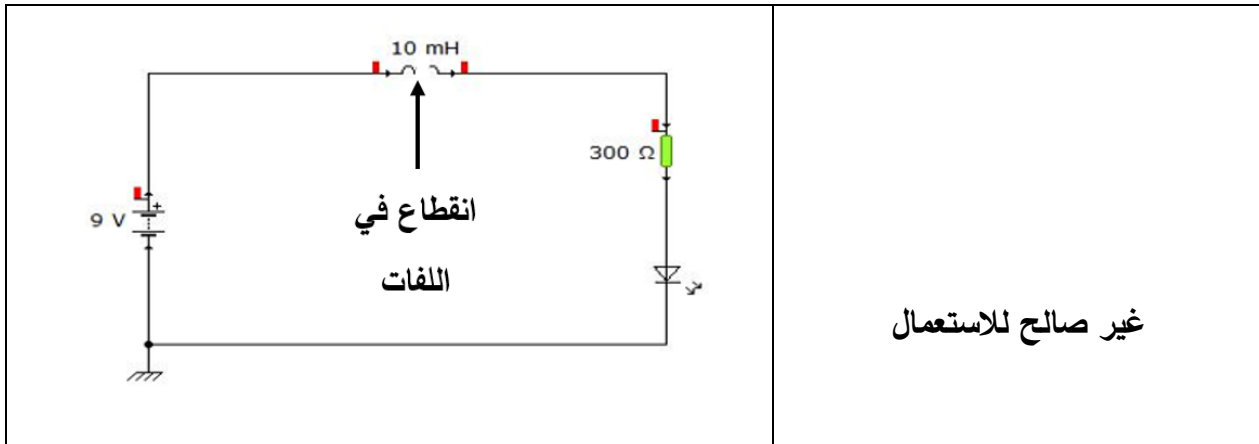
هذا يعني أن الدارة مغلقة، وبالتالي يتوهج الثنائي الضوئي (LED)، مما يؤكد صلاحية الوشيعة أي عدم انقطاع في اللفات.

2.1.2.4.3 I = 0 في حالة:

تكون الدارة مفتوحة، وبالتالي لا يتوهج الثنائي (LED)، مما يؤكد عدم صلاحية الوشيعة، أي وجود انقطاع في اللفات.

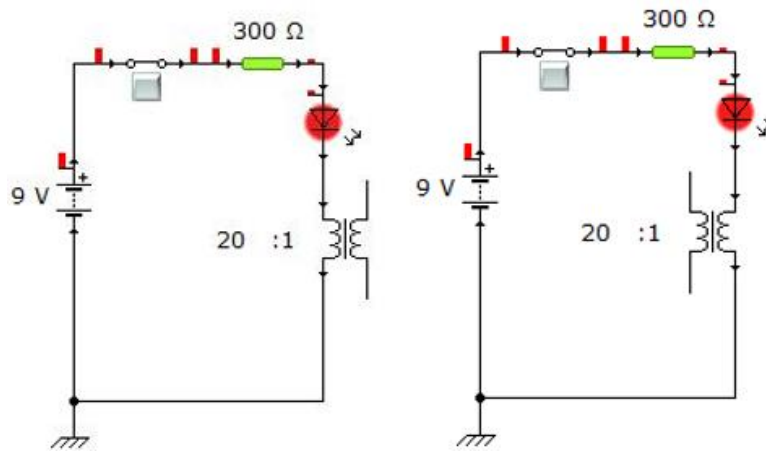
الجدول (2.III): الترايب الخاصة بتشخيص الوشيعة

التجربة	التشخيص
	صالح للاستعمال



3.4.3 تشخيص المحول:

باعتبار أن المحول عبارة عن وشيعتين لكل منهما عدد من اللفات، يمكن تشخيص هذا الأخير بنفس مبدأ عمل تشخيص الوشيعة، وذلك باقتراح تركيب يمكننا من قياس لفات الابتدائي ولفات الثانوي للمحول، كما يتضح في التركيب الموالي:



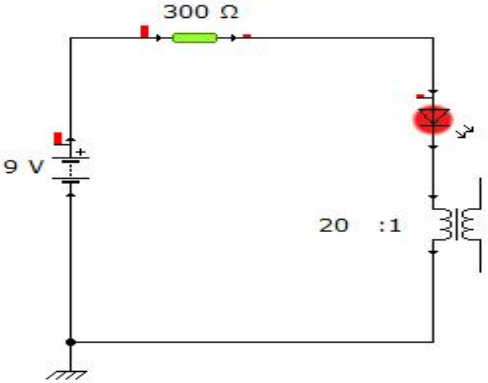
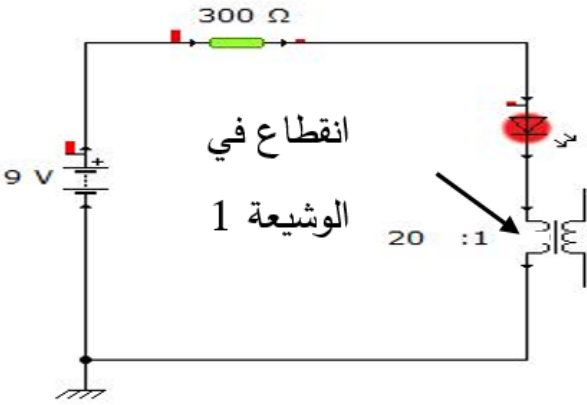
الشكل (4.III): تركيب الخاص بتشخيص المحول

حيث أن:

$$m = \frac{I_1}{I_2} = \frac{V_2}{V_1} \dots\dots\dots (6.3)$$

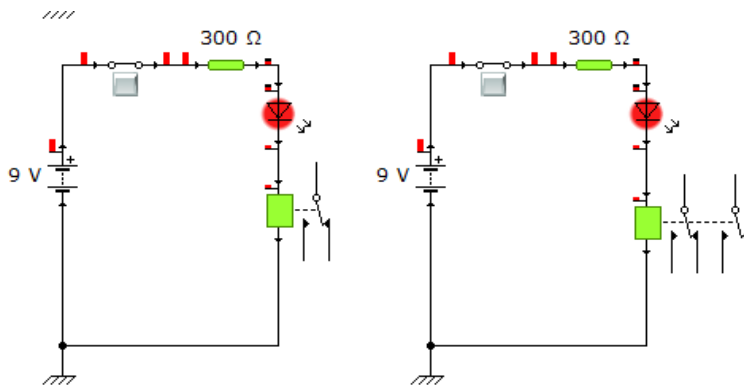
- إذا كانت لفات الأولي والثانوي سليمة فإن التيار يمر فيهما ويتوهج الثنائي الضوئي (LED) وهذا ما يؤكد صلاحية المحول.
- أما إذا لم يتوهج الثنائي الضوئي فهذا يعني عدم مرور التيار في المحول مما يفسر وجود انقطاع في أحد لفات الأولي أو الثانوي للمحول وهذا ما يبين عدم صلاحيته.

الجدول (3.III): التراكيب الخاصة بتشخيص المحول

التجربة	التشخيص
	صالح للاستعمال
	غير صالح للاستعمال

4.4.3 تشخيص المرحل:

يتكون المرحل من الناحية التقنية من وشيعة لها عدد لفات معين، وبالتالي بنفس مبدأ عمل المحول أو الوشيعة، يمكن تشخيص هذا الأخير حسب التركيب التالي:



الشكل (5.III): تركيب الخاص بتشخيص المرحل

بحسب قانون كرشوف فإن:

$$E = rI + RI + V_{LED} \quad (7.3)$$

$$I = \frac{E - V_{LED}}{r + R} \quad (8.3)$$

1.4.4.3 حالات التشخيص:

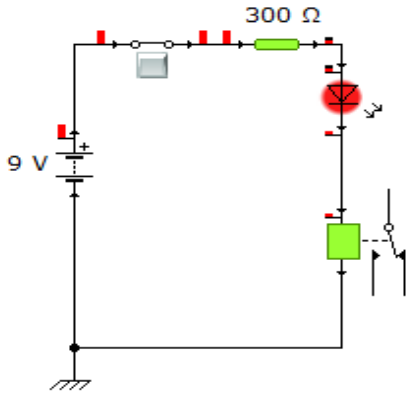
1.1.4.4.3 في حالة التيار $I > 0$

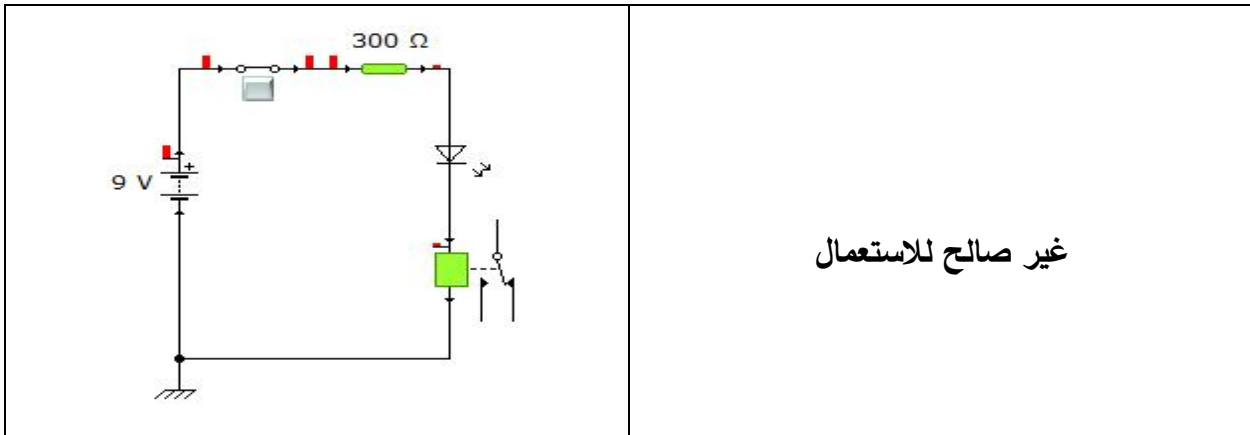
هذا يعني أن الدارة مغلقة، وبالتالي يمر التيار في المرحل، مما يؤدي إلى توهج الثنائي الضوئي (LED)، مما يؤكد صلاحية المرحل أي عدم انقطاع في اللغات.

2.1.4.4.3 في حالة التيار $I = 0$

تكون الدارة مفتوحة، وبالتالي لا يتوهج الثنائي (LED)، مما يؤكد عدم صلاحية المرحل بسبب وجود انقطاع في اللغات.

الجدول (4.III): التراكيب الخاصة بتشخيص الزر الضاغط

تشخيص	تجربة
	 <p data-bbox="986 1525 1190 1570">صالح للاستعمال</p>

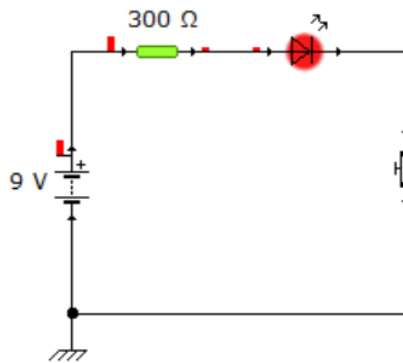


5.4.3 تشخيص الزر الضاغط (BoutonPoussoir):

الزر الضاغط هو عنصر تحكم ميكانيكي يُستخدم في الدارات الإلكترونية، يتميز ببنية بسيطة تتكوّن من نقطتي اتصال تتحقق بينهما الاستمرارية عند الضغط، وتنفصل عند ترك الزر.

مبدأ العمل:

من أجل تشخيص الزر الضاغط يمكن استعمال نفس دارة تشخيص الصمام الثنائي، بحيث عند الضغط على الزر الضاغط، يتم غلق الدارة ويمر التيار، مما يؤدي إلى إضاءة LED، أما في حالة عدم الضغط عليه، فيبقى الزر مفتوحًا والـ LED مطفأ.



الشكل (6.III): تركيب الخاص بتشخيص الزر الضاغط

1.5.4.3 حالات تشخيص:

الحالة الأولى: إذا أضاء الصمام الضوئي عند الضغط على الزر وتوقف عن الإضاءة عند تركه، فهذا يدل على أن الزر يعمل بشكل صحيح وهو صالح للاستعمال.

الحالة الثانية: إذا كان LED مضاء بشكل دائم أي في حالتي (الضغط وعدم الضغط)، فإن هذا يشير إلى أن الزر في حالة اتصال دائم، أي وجود قصر فيه. مما يعني أن العنصر غير صالح للاستعمال.

الجدول (5.III): التراكيب الخاصة بتشخيص الزر الضاغط

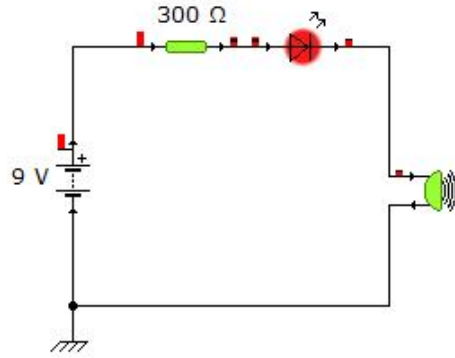
التجربة	التشخيص
	صالح للاستعمال
	غير صالح للاستعمال

6.4.3 تشخيص مكبرات الصوت:

كما قلنا سابقاً أنه يمكن تشخيص مكبر الصوت باستخدام نفس تركيب تشخيص الصمام الثنائي، وهو عنصر يُحوّل الإشارات الكهربائية إلى موجات صوتية. عند مرور التيار، تولّد الوشعة مجالاً مغناطيسياً مؤقتاً يؤدي إلى حركة الغشاء المرتبط بها، مما يُنتج الصوت.

مبدأ العمل:

عند مرور التيار الكهربائي عبر الوشعة الداخلية لمكبر الصوت، يُفترض أن يُصدر قطعة خفيفة نتيجة تغير مفاجئ في التيار، مما يشير إلى سلامة الوشعة الداخلية، وأيضاً إضاءة الثنائي الضوئي تؤكد مرور التيار في الدارة.



الشكل (6.III): تركيب الخاص بتشخيص مكبر الصوت

1.6.4.3 حالات التشخيص:

1.1.6.4.3 الحالة الأولى:

عند إضاءة الثنائي الضوئي وسماع صوت طقطقة خفيف من المكبر الصوتي فهذا يعني أن الوشيعه الداخلية سليمة، وهذا ما يؤكد صلاحية مكبر الصوت.

2.1.6.4.3 الحالة الثانية:

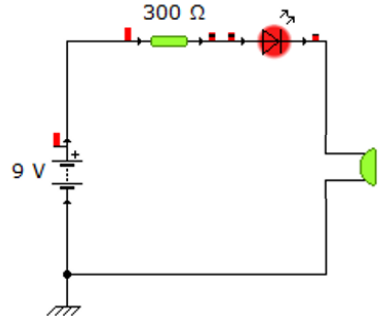
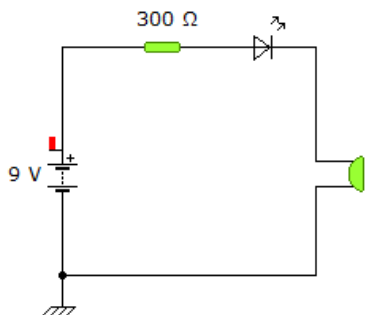
إذا أضاء الثنائي الضوئي ولم يُصدر المكبر أي صوت فهذا يعني أن التيار يمر ولكن لا يوجد استجابة من المكبر، وهذا يشير إلى أن هناك تلفاً في الوشيعه الداخلية أو الغشاء مما يعني أن المكبر غير صالح للاستعمال.

3.1.6.4.3 الحالة الثالثة:

إذا لم يضيئ الثنائي الضوئي ولم يُصدر المكبر أي صوت، تفسيره راجع إلى وجود قصر داخلي للمكبر الصوتي أدى إلى منع مرور التيار، وهذا ما يؤكد أن المكبر غير صالح للاستعمال.

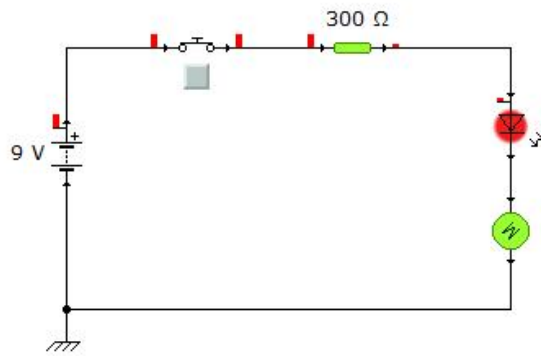
الجدول (6.III): الترايب الخاصة بتشخيص مكبر الصوت

التجربة	التشخيص
	صالح للاستعمال

	<p>غير صالح للاستعمال</p>
	<p>غير صالح للاستعمال</p>

7.4.3 تشخيص محرك التيار المستمر:

يُعد محرك التيار المستمر من العناصر الكهروميكانيكية التي تقوم بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية (دوران). ويعتمد مبدأ عمله على وجود حقل مغناطيسي وتيار كهربائي يمر عبر ملفات داخلية، مما يؤدي إلى توليد عزم دوران وفق قاعدة لورنز.



الشكل (III. 8): تركيب الخاص بتشخيص محرك التيار المستمر

مبدأ العمل: عند غلق الدارة:

- إذا كان المحرك سليماً وصالح للاستعمال فإنه يدور مباشرة، ويصاحبه إضاءة الثنائي الضوئي وهذا ما يدل على مرور التيار.

- أما إذا كان المحرك غير صالح للاستعمال (تلف في الملفات) فعند غلق الدارة، لا يدور المحرك ولا يصاحبه إضاءة الثنائي LED وهذا ما يدل على عدم مرور التيار.

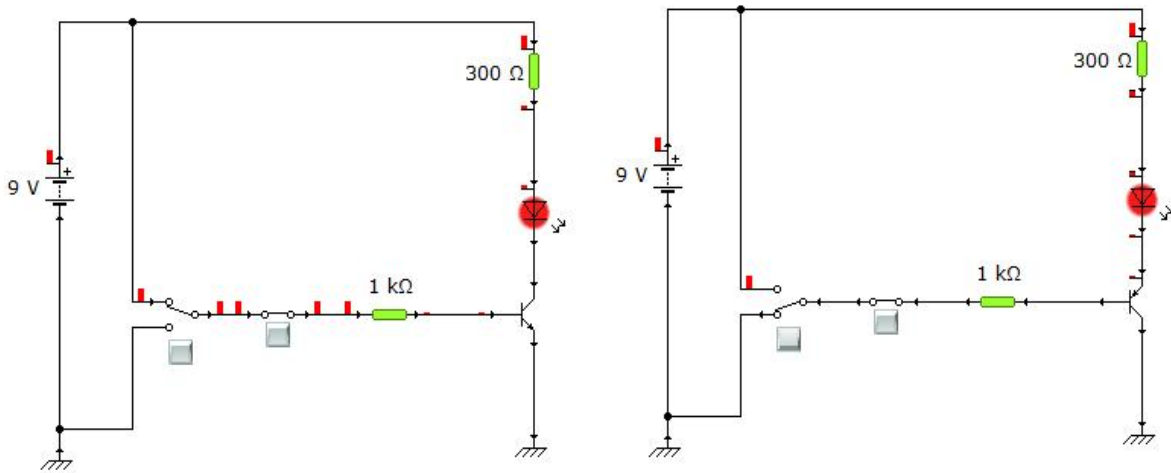
5.3 تشخيص الطابق E

1.5.3 تشخيص ترانزستور ثنائي القطبية

التركيبية المقابلة تمكن من تشخيص صلاحية الترانزستور ثنائي القطبية من خلال اعتباره كقاطعة يتم التحكم بها بواسطة تيار القاعدة. نظريًا، عند غلق القاطعة (مفتاح) K1، يمر تيار صغير في قاعدة المقحل، مما يجعله يعمل في منطقة التشبع. في هذه الحالة، يسمح المقحل بمرور التيار من المجمع إلى الباعث (أو العكس حسب نوعه)، مما يؤدي إلى توهج الثنائي الضوئي (LED). وبالتالي، فإن إضاءة الـ LED تُعد مؤشراً على أن المقحل سليم ويعمل بشكل طبيعي.

1.1.5.3 أهمية المزدوجة (مبدلة)

بما أن التركيبية هي تركيبة واحدة لتشخيص كلى المقحلين (npn-ppn) فإن المزدوجة K2 دورها هو تحديد الاستقطاب المطلوب للترانزستور المراد تشخيصه، بحيث إذا وضعنا المزدوجة في الوضع 1 يتم تشخيص ترانزستور من النوع (NPN)، وعند وضعها في الوضع 2 يتم تشخيص ترانزستور من النوع (PNP).



الشكل (9.III): تركيب الخاص بتشخيص ترانزستور ثنائي القطبية بنوعيه npn و ppn

2.1.5.3 مبدأ العمل:

1.2.1.5.3 الربط الموافق لتشخيص الترانزستور NPN :

عند وضع المزدوجة في الوضع (1)، يتم توصيل طرف المجمع (C) بالجهد الموجب عبر مقاومة R والثنائي الضوئي LED، بينما تتصل القاعدة (B) بالجهد الموجب عبر مقاومة R_b. في المقابل، يكون الباعث (E) متصلاً بالقطب السالب (الأرضي).

بهذا التوصيل:

- تصبح وصلة القاعدة-الباعث (BE) مستقطبة أمامياً.
- بينما تكون وصلة القاعدة-المجمع (BC) مستقطبة عكسياً.

أي عند غلق المفتاح، يُحقن تيار صغير في القاعدة، مما يسمح بمرور تيار رئيسي من المجمع إلى الباعث، وينتج عن ذلك توهج الثنائي الضوئي. هذا التوهج يدل على أن الترانزستور npn صالح للاستعمال.

في دائرة NPN: عندما يُغذى المقحل بتيار قاعدة كافٍ، يدخل في منطقة التشبع، وفي هذه الحالة: الجهد بين المجمع والباعث يكون صغير جداً، وبالتالي يسمح بمرور التيار نحو LED.

إذن باستعمال قانون كرشوف نجد:

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + V_{LED} \quad (9.3)$$

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE} - V_{LED}}{R} \quad (10.3)$$

أيضاً بالنسبة لتيار القاعدة:

باستعمال قانون كرشوف نجد:

$$V_{CC} - V_{BE} - R_B I_B = 0 \quad (11.3)$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_b} \quad (12.3)$$

2.2.1.5.3 الربط الموافق لتشخيص ترانزستور من نوع PNP:

عند وضع المبدلة في الوضع (2)، يصبح طرف المجمع (C) موصل مباشرة بالقطب السالب (الأرضي)، بينما يُوصَل الباعث (E) بالجهد الموجب عبر مقاومة R والثنائي الضوئي LED وتتصل القاعدة (B) بالقطب السالب عبر مقاومة Rb.

بهذا التوصيل:

• تصبح وصلة القاعدة-الباعث (BE) مستقطبة أمامياً.

• بينما تكون وصلة القاعدة-المجمع (BC) مستقطبة عكسياً.

أي عند غلق المفتاح، يُسحب تيار صغير من القاعدة، مما يسمح بمرور تيار رئيسي من الباعث إلى المجمع، ماراً عبر المقاومة والثنائي الضوئي. وكنتيجة لذلك، يتوهج الثنائي الضوئي LED، مما يدل على أن الترانزستور pnp يعمل بشكل سليم، أي أنه صالح للاستعمال.

بالنسبة لقوانين ترانزستور من نوع PNP فإنها نفسها كما المقحل NPN لكن القطبية واتجاهات التيار والجهد تختلف.

ومنه يمكن القول أن:

القاطعة في الوضع 0: تيار القاعدة منعدم $LED = 0$

الضاغطة في وضع 1: تيار القاعدة أكبر من الصفر $LED = 1$

في ظل هذه الشروط المقحل صالح للاستعمال ما دون ذلك يمكن تفسيره بانهايار أحد الوصلتين مما يجعل المقحل غير صالح لا للتضخيم ولا كقطعة متحكم فيها.

الجدول (7.III): يلخص حالات تشخيص الترانزستور:

الحالة	I_B	I_c	V_{CE}	تشخيص
1	$I_B > 0$	$I_c > 0$	$V_{CE} = 0$	صالح
2	$I_B > 0$	$I_c > 0$	$V_{CE} = V_{CC}$	غير صالح
3	$I_B = 0$	$I_c > 0$	$V_{CE} = 0$	

6.3 تشخيص الطابق C

1.6.3 تشخيص المكثفة:

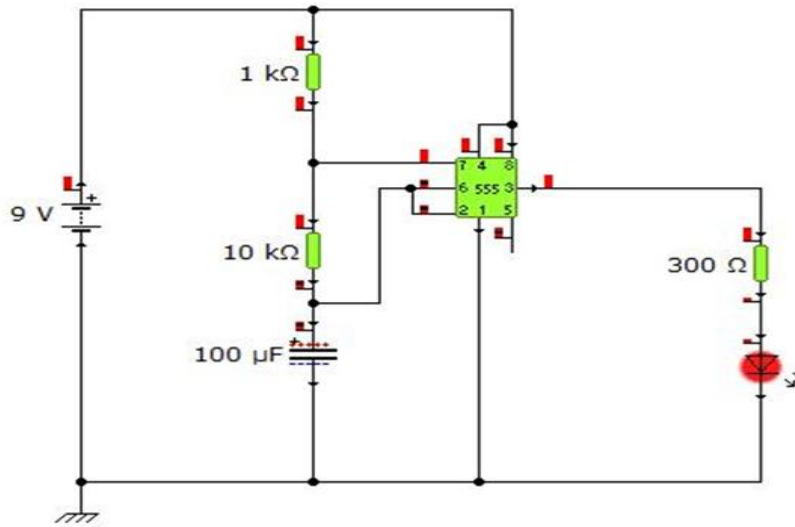
تم الاعتماد في تشخيص صلاحية المكثفة على التركيب (5)، حيث تم تصميم دارة تحتوي على المؤقت 555 يعمل في نمط القلاب غير المستقر، وهي دارة لا يمكنها توليد إشارة مربعة إلا بوجود مكثفة سليمة، نظراً لأن توليد الإشارة يعتمد على دورة شحن وتفريغ المكثفة فإن الإشارة الناتجة تعتمد على القيم والقوانين التالية:

$$T = T_h + T_l \quad (13.3)$$

$$T_h = 0.693 \cdot (R_1 + R_2) \cdot C \quad (14.3)$$

$$T_l = 0.693 \cdot R_2 \cdot C \quad (14.3)$$

$$f = \frac{1}{T_h + T_l} \quad (15.3)$$

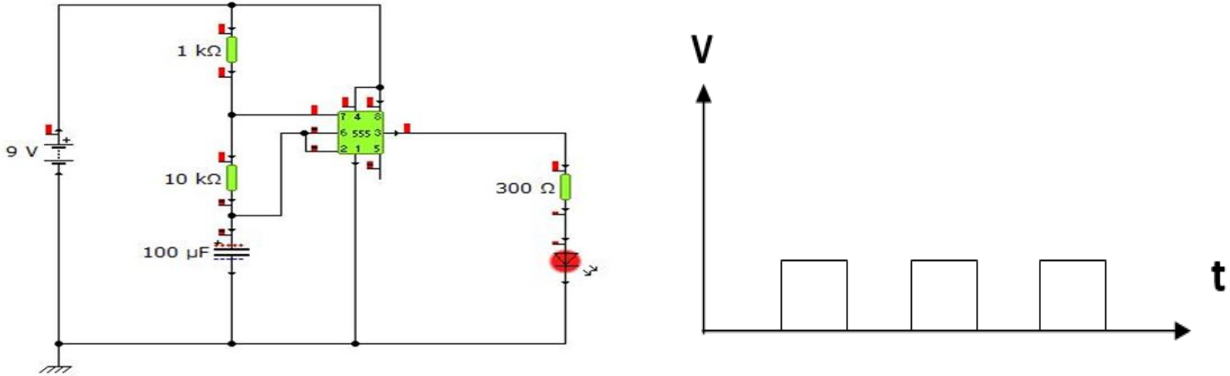


الشكل (10.III): تركيب الخاص بتشخيص المكثفة

1.1.6.3 مبدأ العمل:

1.1.1.6.3 الحالة الأولى:

عند تركيب مكثفة سليمة في مكانها، تظهر إشارة مربعة على مخرج القلاب الغير مستقر بتردد معين كما في التركيب الموالي، يترتب عليه توهج منتظم للتنائي الضوئي LED. متعلق بزمن الشحن والتفريغ للمكثفة وهذا يؤكد على أن المكثفة صالحة للاستعمال.

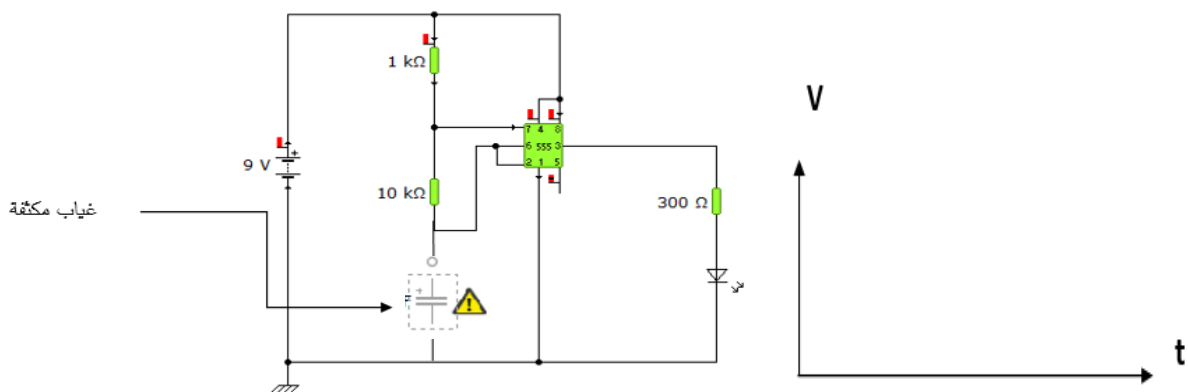


الشكل(III.11): إشارة مربعة خلال وجود مكثفة سليمة في الدارة

2.1.1.6.3 الحالة الثانية:

عند غياب المكثفة أو تلفها (مفتوحة أو قصيرة):

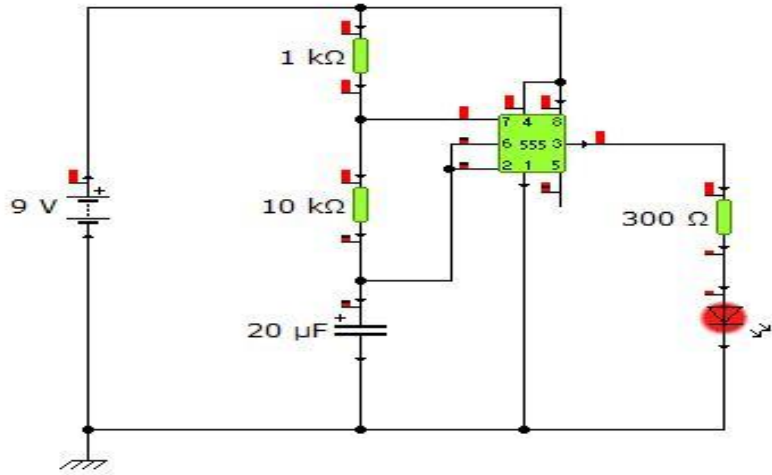
لا تتولد أي إشارة مربعة وبالتالي لا يحدث توهج (وميض) في LED، هذا يشير إلى أن المكثفة غير صالحة للاستخدام.



الشكل(III.12): تركيب الخاص المكثفة في حالة لتفها أو غيابها

2.6.3 تشخيص الدارة المندمجة NE555:

تم الاعتماد في تشخيص الدارة التكاملية NE555 على نفس التركيب المستخدم سابقاً في اختبار المكثفة، والمتمثل في دارة قلاب لا مستقر باستعمال المؤقت 555، بحيث اعتمدنا على حقيقة أن الدارة المندمجة 555 هي العنصر الأساسي المسؤول عن توليد الإشارة المربعة عند خرج الدارة وذلك بفضل بنيتها الداخلية، مع امكانية تغيير التردد حسب التركيب الموالي:



الشكل(13.III): تركيب الخاص الدارة المندمجة

1.2.6.3 مبدأ العمل:

في حالة توصيل جميع العناصر وكشرط ابتدائي يكون الدور T يساوي الى القيمة:

$$T = t_1 + t_2 \quad (16.3)$$

ومن خلال تطبيق المعادلة العامة للشحن والتفريغ على الإشارة بين طرفي المكثفة نحصل على:

$$t_1 = 0.693 \cdot R_{Ch} \cdot C \quad (17.3)$$

$$R_{Ch} = R_1 + R_2 \quad (18.3)$$

$$t_2 = 0.693 \cdot R_{déCh} \cdot C \quad (19.3)$$

$$R_{déCh} = R_2 \quad (20.3)$$

بدايةً، نقترح القيم التالية كما في التركيبة (6)، والتي من أجلها تكون إشارة الخرج V_s بتردد في حدود 3.44H

2.2.6.3 حالات التشخيص:

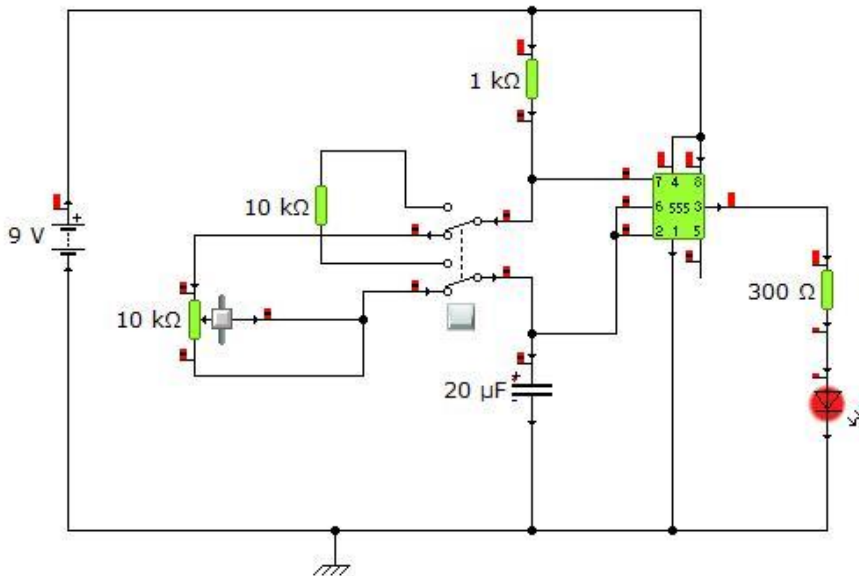
- عند تركيب الدارة المدمجة NE555 ، وفي حال كانت صالحة، نحصل على إشارة مربعة دورية عند الخرج، مما يؤدي إلى وميض متكرر للتنائي الضوئي. هذا يشكّل مؤشراً واضحاً على أن دارة 555 تعمل بكفاءة.
- أما في حال غياب الإشارة أو بقاء التنائي مضيئاً بشكل دائم، فإن ذلك يشير إلى خلل في الدارة المدمجة يجعلها غير صالحة للاستعمال.

3.6.3 تشخيص المقاومة المتغيرة

تم اعتماد في تشخيص المقاومة المتغيرة على نفس التركيب (5) المستعمل سابقاً في تشخيص المكثفة ودارة NE555 مع إدخال تعديل بسيط يتمثل في إضافة مبدلة (مفتاح تغيير الوضعية). حيث يعمل هذا التعديل على السماح باختيار العنصر المراد اختباره:

الوضعية الأولى للمبدلة: تكون الدارة مخصصة لتشخيص المكثفة أو دارة NE555.

الوضعية الثانية للمبدلة: عند الانتقال إلى الوضعية الثانية، يتم إدخال المقاومة المتغيرة كأحد المقاومات في دارة القلاب اللا مستقر، فتؤثر قيمتها مباشرة على تردد ووظيفة التنائي LED.



الشكل (14.III): تركيب الخاص المقاومة المتغيرة

1.3.6.3 مبدأ العمل:

عند ضبط المبدلة على الوضعية الثانية، يتم توصيل المقاومة المتغيرة مكان المقاومة الثابتة في دائرة القلاب اللا مستقر. وبمجرد تغيير قيمة المقاومة المتغيرة، يتغير زمن الشحن والتفريغ للمكثفة (دورة النبضة)، مما يؤدي إلى تغيير واضح في توهج الصمام الضوئي LED بحيث:

- بزيادة قيمة المقاومة المتغيرة يزيد الزمن T فينخفض التردد f
- بنقصان قيمة المقاومة المتغيرة ينقص الزمن T فيزداد التردد f

إن هذا التغيير في سلوك الـ LED ثنائي يعد دليلاً على صلاحية المقاومة المتغيرة وصلاحيتها للاستعمال.

2.3.6.3 يمكن تمييز ثلاث حالات رئيسية:

1.2.3.6.3 الحالة الأولى:

هي حالة كانت صالحة للاستعمال أي، كلما تحركت المقاومة المتغيرة، نشاهد تغييراً عكسياً في التردد ويظهر ذلك أثناء توهج الثنائي LED.

2.2.3.6.3 الحالة الثانية

إذا لم يتوهج الثنائي LED، تعني أن المقاومة بها فتح داخلي، فلا يمر تيار وذلك ما يؤكد أنها غير صالحة للاستعمال.

3.2.3.6.3 الحالة الثالثة

في حالة وقوع قصر داخلي، تنعدم فعلياً قيمة المقاومة المتغيرة R، فيُصبح زمن الدورة ثابتاً ويُطبق قانون:

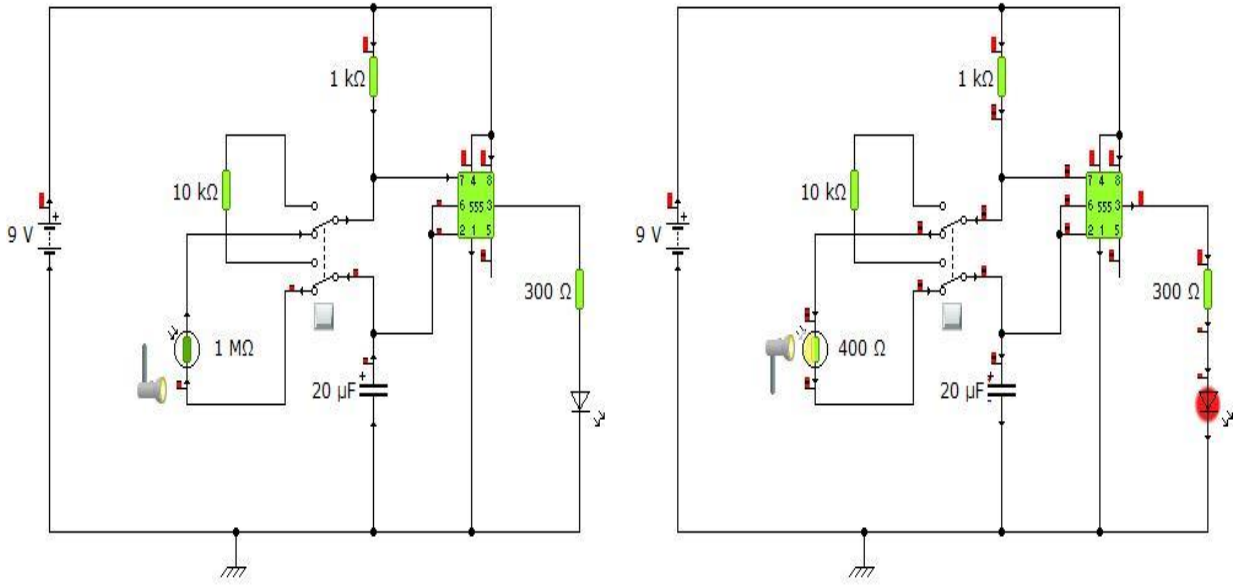
$$T = 0.693 \cdot R_1 \cdot C \quad (21.3)$$

وبما أن قيمة R1 لا تتغير، يبقى توهج الثنائي LED ثابتاً أو سريعاً، مما يشير مباشرة إلى تلف المقاومة المتغيرة وفقدانها لخاصية تعديل التيار.

4.6.3 تشخيص المقاومة الضوئية

تم الاعتماد على نفس تركيب القلاب اللا مستقر الذي استُخدم سابقاً لتشخيص المقاومة المتغيرة، مع تعديل طفيف يتمثل في استبدال المقاومة المتغيرة بمقاومة ضوئية (LDR).

عند وضع المقاومة الضوئية مكان المقاومة المتغيرة في الدارة، تصبح قيمتها مرتبطة مباشرة بشدة الإضاءة المسلطة عليها، فإن تغيير شدة الإضاءة يؤدي إلى تغيير الدور T وبالتالي تغيير التردد.



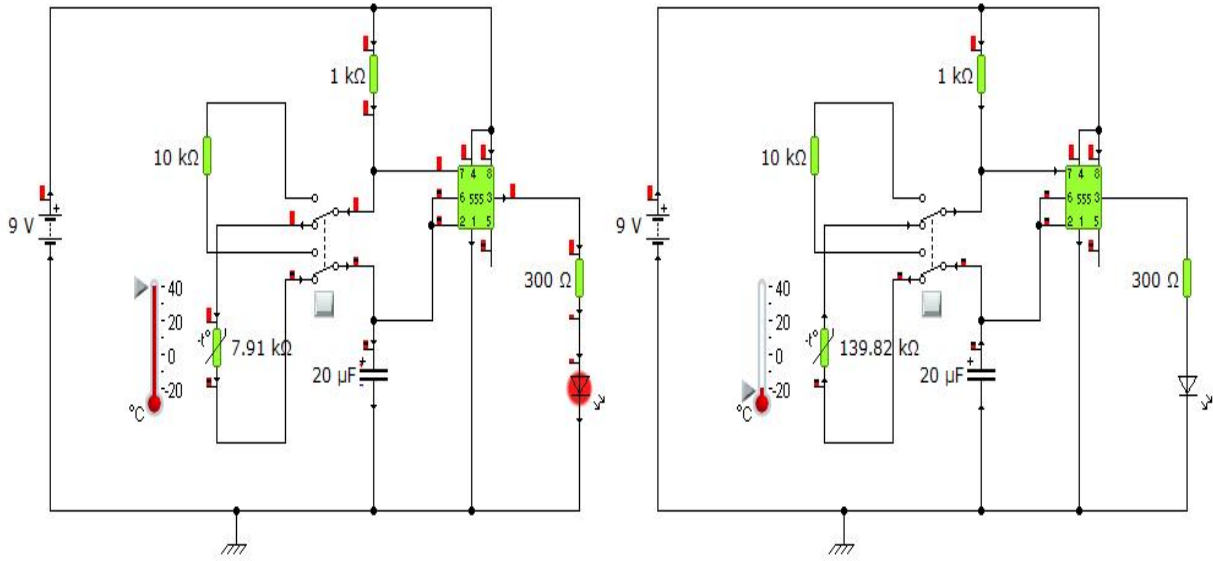
الشكل (15.III): تركيب الخاص المقاومة الضوئية

نستفيد من هذه الخاصية (الكثافة الضوئية بدلالة المقاومة) في القلاب الا مستقر والذي يغير تردد اشارة المخرج بدلالة قيمة المقاومة.

- إن في وجود الأشعة الضوئية تنقص قيمة المقاومة وبالتالي يزداد التردد ويظهر ذلك على شكل توهج للثنائي LED هذا يعني أن المقاومة LDR صالحة للاستعمال.
- اما في حالة تغير الكثافة الضوئية ولم يظهر تغير في توهج الثنائي LED أي، بقاء التردد ثابت هذا دليل على عدم صلاحية المقاومة LDR.
- أما في حالة تغير الكثافة الضوئية وبقي الثنائي LED منطفئ، هذا يفسر وجود فتح داخلي للمقاومة وهذا ما يؤكد عدم صلاحية المقاومة LDR.

5.6.3 تشخيص المقاومة الحرارية:

بنفس الطريقة، نقوم بتشخيص المقاومة الحرارية، والتي تُعتبر لاقطاً حرارياً يقوم بترجمة أي تغير في درجة الحرارة إلى تغير مكافئ في قيمة مقاومتها. يتم إدراج هذه المقاومة في دائرة قلاب لا مستقر باستخدام المؤقت 555، وذلك عبر وضع المبدلة في الوضع الثاني، حيث يتم تعويض المقاومة السابقة بالمقاومة الحرارية وفق التركيب التالي.



الشكل (16.III): تركيب الخاص المقاومة الحرارية

في هذا التوصيل، تؤثر المقاومة الحرارية مباشرة على ثابت الزمن للدائرة، ومنه على تردد النبضات الخارجة من المؤقت 555.

فمثلاً بالنسبة للمقاومة CTN، عندما ترتفع درجة الحرارة، تنخفض مقاومتها، فيقل الدور الزمني T ويزداد التردد، مما يؤدي إلى تسارع في توهج الثنائي LED، أما عند انخفاض درجة الحرارة، ترتفع قيمة المقاومة، فيتباطأ توهج الثنائي LED.

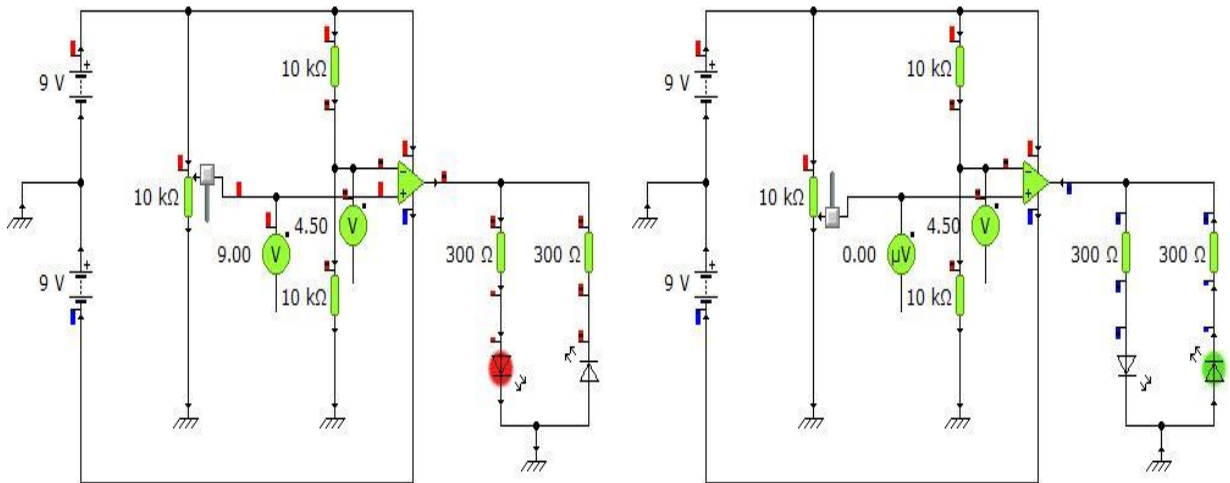
وبالتالي:

- إذا لاحظنا تغيراً واضحاً في سرعة توهج الثنائي الضوئي LED عند تغيير الحرارة، فإن ذلك يعد دليلاً على سلامة واستجابة المقاومة الحرارية.
- أما إذا بقي التردد ثابتاً رغم تغيير الحرارة، فإن ذلك يشير إلى عدم صلاحية المقاومة الحرارية.

7.3 تشخيص الطابق G

1.7.3 تشخيص المضخم العملي LM741

من أجل التحقق من صلاحية المضخم العملي (LM741)، قمنا بإنجاز تركيب متمثل في دارة على شكل مقارن، وهي إحدى أشهر تطبيقات مضخم العمليات. تعتمد الدارة على مقارنة بين توترين (جهدين) يتم إدخالهما على الطرف غير العاكس والعاكس، وقد تم ربط مخرج المضخم بثنائين ضوئيين بطريقة تسمح بملاحظة نتيجة المقارنة بصرياً.



الشكل (17.III): تركيب الخاص المضخم العملي

مبدأ العمل:

يتم تثبيت توتر مرجعي ثابت على الطرف العاكس وليكن $V^- = 4.5 V$ ويتم تغيير التوتر المطبق على الطرف غير العاكس V^+ باستخدام مقاومة متغيرة بحيث:

عند زيادة قيمة α : تزداد قيمة الجهد عند المدخل غير العاكس V^+ مما يؤدي إلى تحقق الشرط $V^+ > V^-$ وبالتالي يكون خرج المقارن $V_s = E^+$.

أما عند نقصان قيمة α : فإن الجهد عند المدخل العاكس V^- يصبح أكبر من V^+ أي $V^+ < V^-$ ، مما يؤدي إلى أن يكون خرج المقارن $V_s = E^-$.
أي:

- إذا كان $V^+ > V^-$ يكون خرج المضخم يساوي $V_s = E^+$ يضيء الثنائي الضوئي الأول.
- إذا كان $V^+ < V^-$ يكون خرج المضخم يساوي $V_s = E^-$ يضيء الثنائي الضوئي الثاني.

وهذا يدل على أن المضخم يقوم بوظيفته كمقارن بشكل سليم، مما يعني أنه صالح للاستعمال.

1.1.7.3 حالات التشخيص

1.1.1.7.3 الحالة الأولى

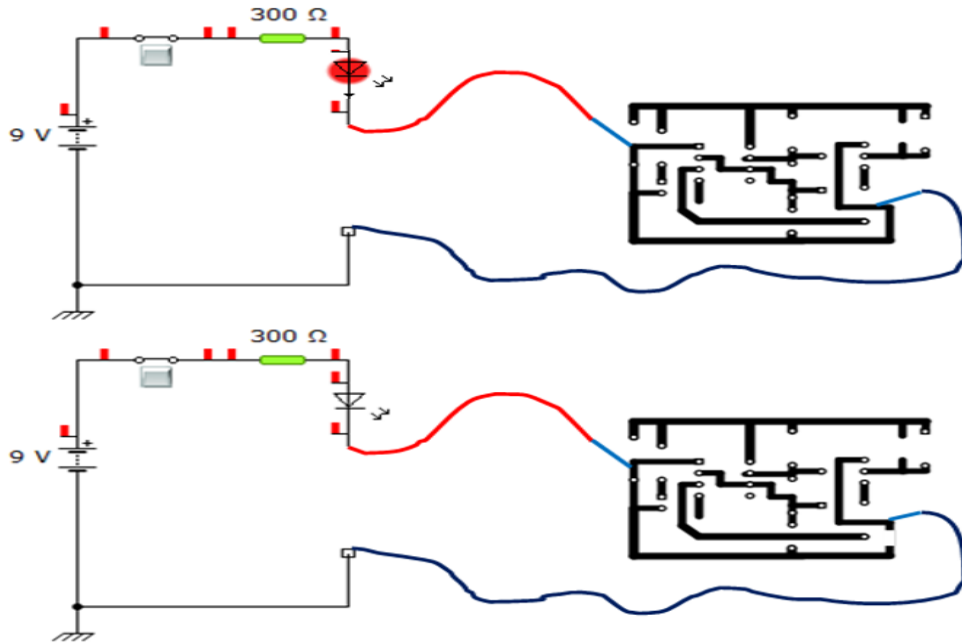
توهج أحد الثنائيات أثناء تغيير الجهد وها ما يدل على صلاحية استعمال المضخم العملي

2.1.1.7.3 الحالة الثانية

عدم توهج أي الثنائي أثناء تغيير الجهد وهذا ما يدل على عدم صلاحية استعمال المضخم العملي أي يمكن أن يكون تالف أو غير موصل جيدا.

8.3 تشخيص استمرارية التوصيل في الدارة المطبوعة

من أجل التحقق من استمرارية المسارات في الدارة المطبوعة (PCB) واستبعاد وجود انقطاعات أو تلف في التوصيلات، استعمالنا التركيب السابق لتشخيص الصمام الثنائي.



الشكل (18.III): تركيب الخاص استمرارية التوصيل في الدارة المطبوعة

مبدأ العمل:

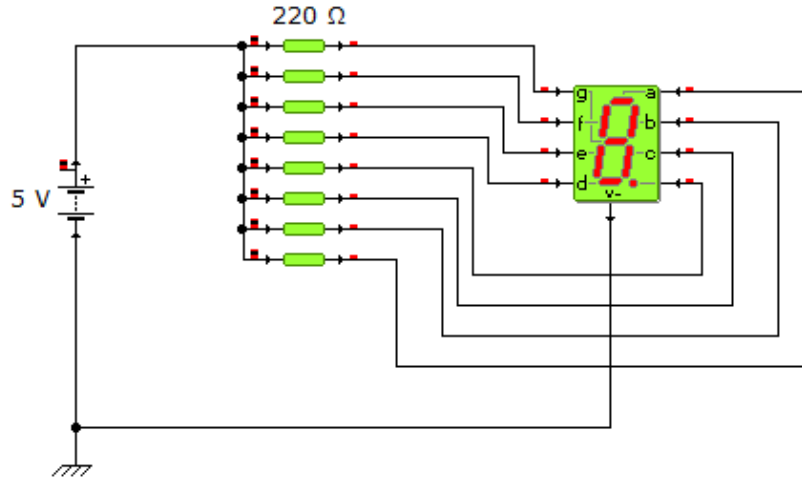
يُستخدم هذا التركيب لقياس استمرارية التوصيل بين نقطتين على الدارة المطبوعة أو حتى سلامة النواقل. حيث يتم وضع القطب الموجب للبطارية في إحدى النقطتين، والقطب السالب في النقطة الأخرى.

- إذا كانت هناك استمرارية كهربائية (أي لا يوجد قطع في المسار)، فإن التيار سيمر عبر LED مما يؤدي إلى إضاءته.
- أما إذا لم يضيء الثنائي الضوئي، فهذا يشير إلى وجود انقطاع أو تلف في المسار النحاسي للدارة.

9.3 تشخيص الطابق H:

1.9.3 تشخيص الشاشة ذات سبعة قطع (7-Segment):

في هذا الجزء نعتد على تركيب بسيط لتشخيص العنصر، بحيث نتحقق بواسطة التركيب من صلاحية المقاطع (a) إلى (g) للشاشة، والتأكد من أنها تضيء بشكل سليم عند تغذيتها بشكل مناسب كما هو موضح في التركيب التالي:



الشكل (19.III): تركيب الخاص الشاشة ذات سبعة قطع (7-Segment)

مبدأ العمل:

يعتمد مبدأ التشخيص على توصيل كل مخرج من مخرجات الشاشة (a, b, c, d, e, f, g) على التوالي بمصدر التغذية 5V عبر مقاومات مناسبة، وذلك لتحديد ما إذا كانت المقاطع تعمل وتضيء بشكل صحيح مع مراعات نوع الشاشة (7-Segment) المستخدمة لضمان الاستقطاب الصحيح له.

ملاحظة:

- تم استخدام (7-Segment) من نوع كاثود مشترك، حيث يتم ربط الطرف المشترك بالأرضي وأطراف المقاطع تُغذى بالجهد الموجب 5V.
- في حالت إذا ما تم استخدام (7-Segment)، من نوع أنود مشترك، يتم ربط الطرف المشترك بالجهد 5V، وتربط أطراف المقاطع إلى الأرضي.

2.9.3 حالات التشخيص:

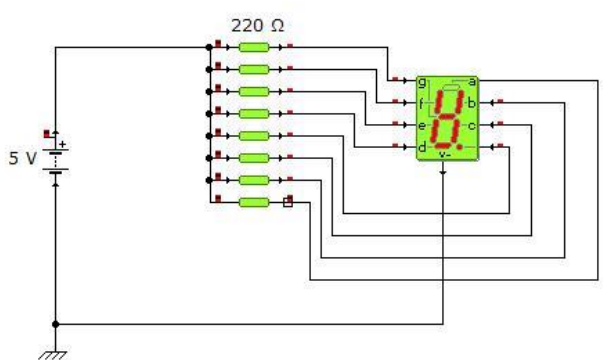
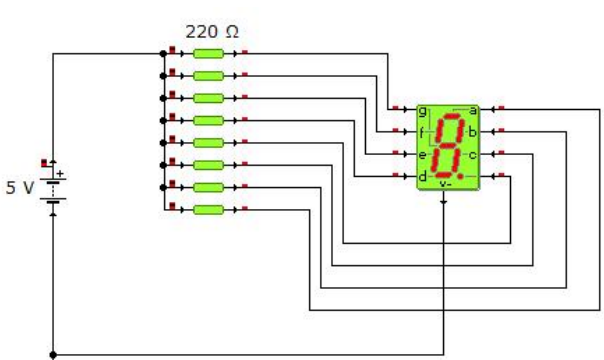
1.2.9.3 الحالة الاولى:

تكون شاشة (7-Segment) صالحة للاستعمال وفق التركيب السابق، إذا أضاءت جميع المقاطع (a إلى g) عند توصيلها بجهد التغذية، أي أن جميع الصمامات الثنائية (LED) الداخلية سليمة.

2.2.9.3 الحالة الثانية:

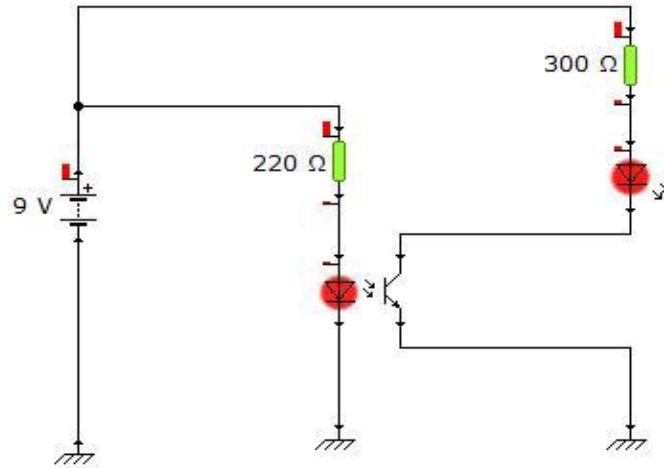
أما في حالة عدم إضاءة ولو قطعة واحدة من الشاشة فهذا يعني أنا غير صالحة للاستعمال.

الجدول (8.III): يبين حالات تشخيص الشاشة (7-Segment)

التجربة	التشخيص
	غير صالح للاستعمال
	صالح للاستعمال

10.3 تشخيص الرابط الضوئي optocoupleur:

من أجل تشخيص الرابط الضوئي اعتمدنا التركيب (2-2) بحيث عند مرور التيار في الـ LED، يبعث أشعة فيتشع الترانزستور مما يسمح بمرور التيار في الجهة الثانية.



الشكل (20.III): تركيب الخاص الرابط الضوئي

1.10.3 حالات التشخيص:

1.1.10.3 الحالة الأولى:

عند مرور التيار في الصمام الضوئي الداخلي للرابط الضوئي، يُفترض أن يصدر هذا الأخير أشعة فيصبح الترانزستور مشبع. فإذا لاحظنا إضاءة الـ LED الخارجي المتصل بخرج الترانزستور، فإن هذا يدل على أن الرابط الضوئي صالحًا للاستعمال.

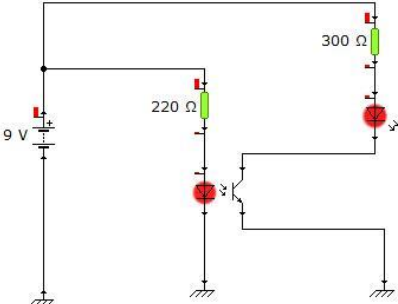
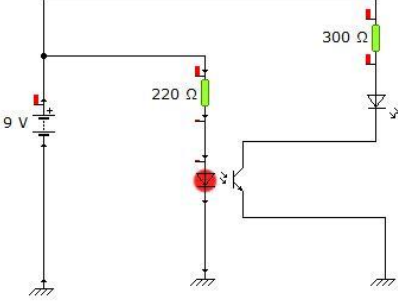
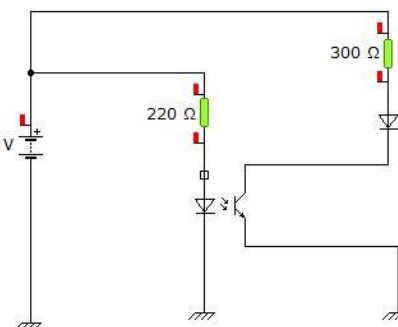
2.1.10.3 الحالة الثانية:

إذا تم تغذية الصمام الضوئي الداخلي للرابط الضوئي بطريقة مناسبة، ولم يترتب عليه إضاءة الثنائي الضوئي الموصول مع الترانزستور، فإن ذلك يشير إلى فشل الترانزستور في الاستجابة للضوء (أي أصبح تالف)، ومنه يمكن القول أن الرابط الضوئي غير صالح للاستعمال.

3.1.10.3 الحالة الثالثة:

في حالة عدم مرور التيار في الصمام الداخلي للرابط الضوئي، فإن هذا يشير إلى أن الصمام تالف ومنه فيمكن القول أن الرابط الضوئي غير صالح للاستعمال.

الجدول (9.III): يبين حالات تشخيص الرابط الضوئي

التجربة	التشخيص
	<p>صالح للاستعمال</p>
	<p>غير صالح للاستعمال</p>
	<p>غير صالح للاستعمال</p>

الخاتمة:

بعد دراسة وتشخيص العناصر الإلكترونية نظرياً ثم تمثيلها عبر برامج المحاكاة، تأكدنا من صحة المبادئ المعتمدة في تصميم كل دارة. وقد أظهرت المحاكاة استجابة متوقعة لكل عنصر حسب حالته، مما ساعد في تقليل الأخطاء قبل التنفيذ الفعلي، وعليه يمكن الاعتماد على التصميم الصندوقي المقترح للوصول الى الحكم النهائي لمدى صلاحية العناصر.

وبناءً على ذلك، ننتقل إلى الفصل الأخير، حيث يتم فيه تجسيد هذه الدارات فعلياً على لوح التجارب واختبار مدى مطابقة النتائج المحصل عليها مع ما تم التوصل إليه نظرياً باستعمال برامج المحاكاة.

الفصل الرابع :

محاكات وتخليد نتائج الجانب

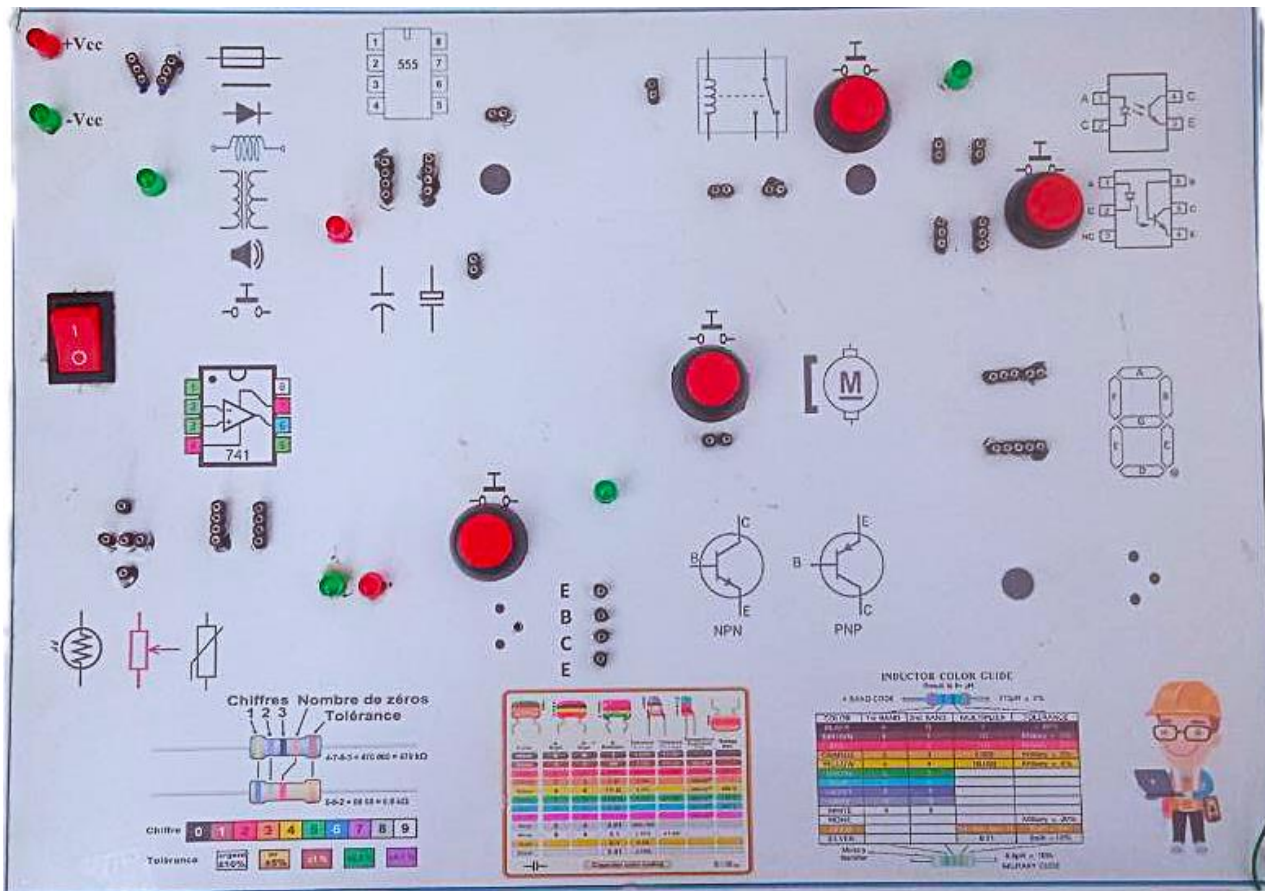
التطبيقي

4 مقدمة:

في هذا الفصل، تم الاعتماد على برامج محاكاة من أجل اختبار وتصميم الدوائر التي تم اقتراحها في الفصل الثالث. وتتيح هذه البرامج محاكاة العناصر الإلكترونية والتأكد من صحة التركيبات قبل تنفيذها فعليًا. من بين البرامج المستخدمة نذكر برنامج Crocodile، بالإضافة إلى برنامج متخصص في تصميم الدوائر المطبوعة PCB والذي يُستخدم لتحضير البطاقة الإلكترونية النهائية بناءً على التركيبات المختبرة.

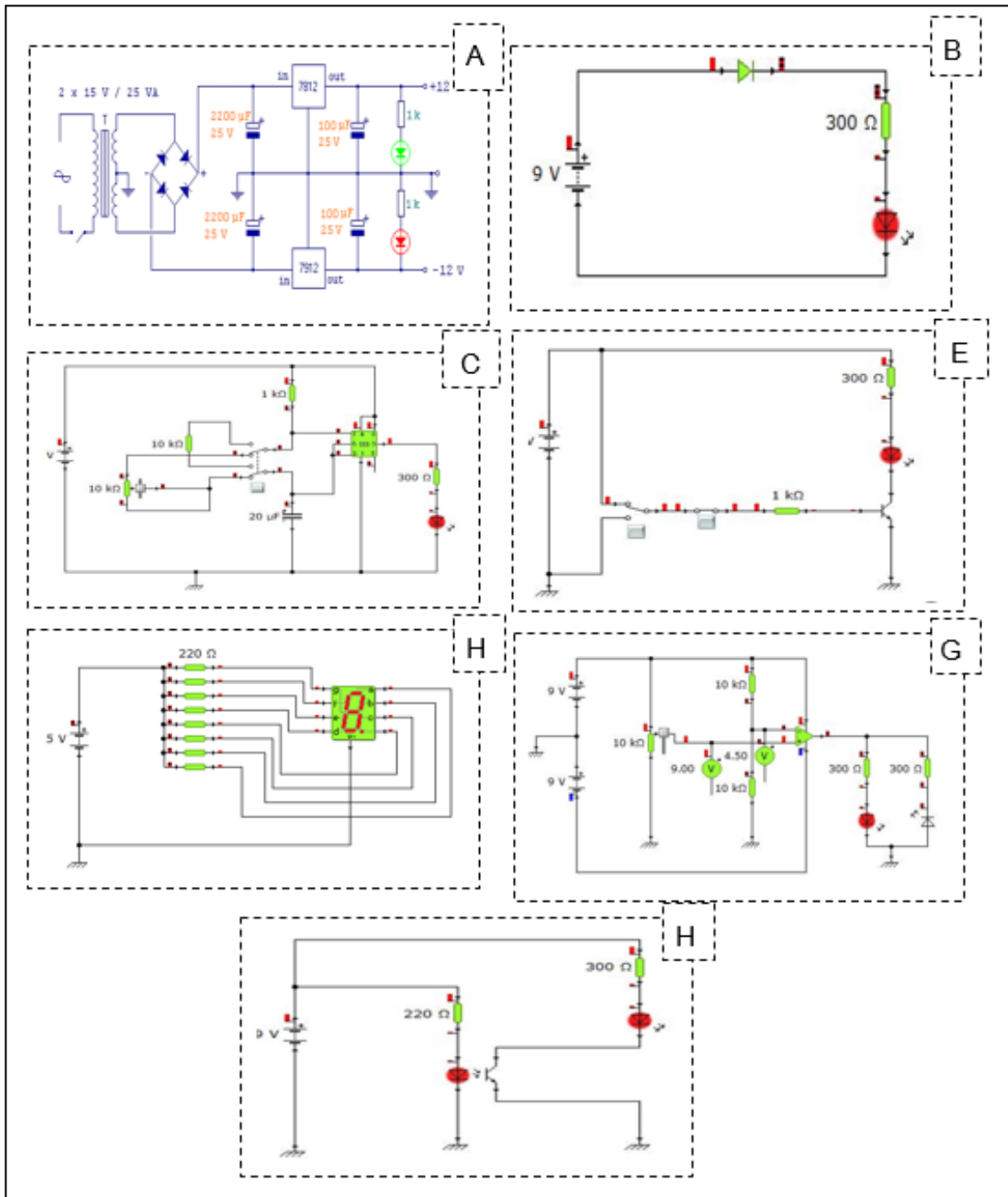
1.4 التركيب الإجمالي لجهاز التشخيص المنجز

التركيب الإجمالي لجهاز التشخيص المنجز:



2.4 التركيب الإجمالي للمشروع حسب دارة تشخيص كل عنصر:

التركيب الإجمالي للمشروع حسب دارة
تشخيص كل عنصر :

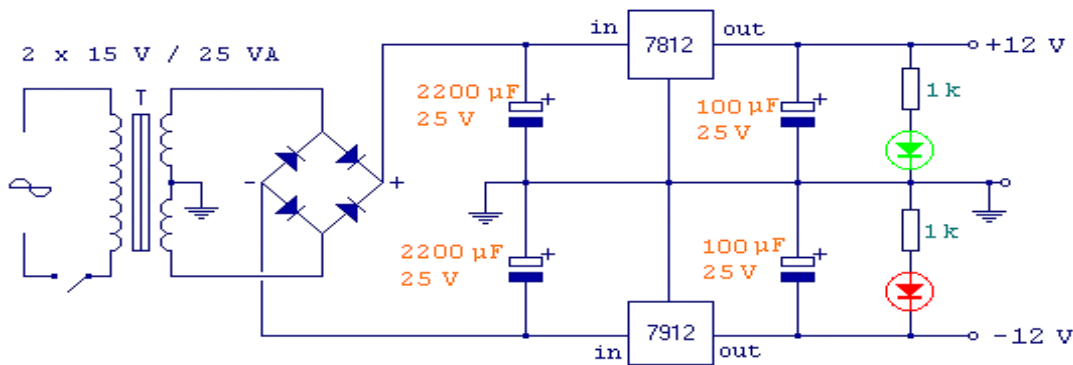


3.4 محاكات الطابق التغذية

1.3.4 بطاقة التغذية المتناظرة $\pm 12V$

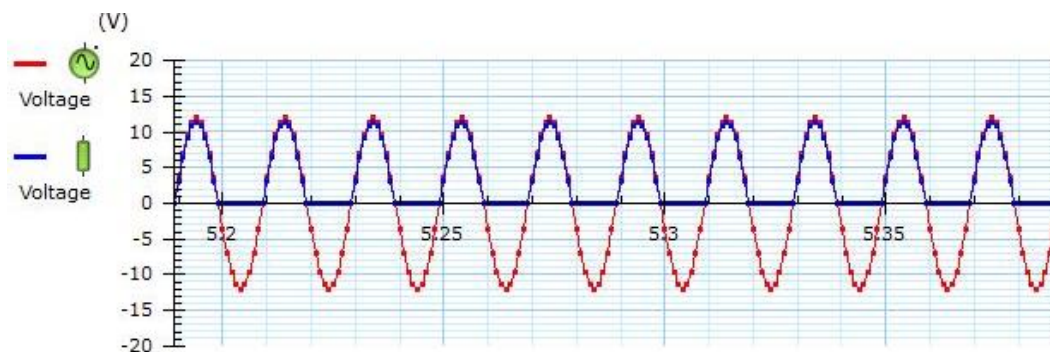
انطلاقاً مما تم التطرق إليه في الجانب النظري، فإن بعض العناصر الإلكترونية المستخدمة في بطاقة التشخيص تحتاج إلى استقطاب بتوتر مستمر، مثل الترانزستور الذي يشتغل بتغذية غير متناظرة، أو المضخم العملي الذي يتطلب تغذية متناظرة.

لذلك، قمنا بإنجاز طابق تغذية مستمرة متناظرة، توفر جهداً $\pm 12V$ ، وهو ما يسمح بتشغيل مختلف الطوابق الإلكترونية بشكل مستقر وسليم. يوضح الشكل (I) بطاقة التغذية المتناظرة.



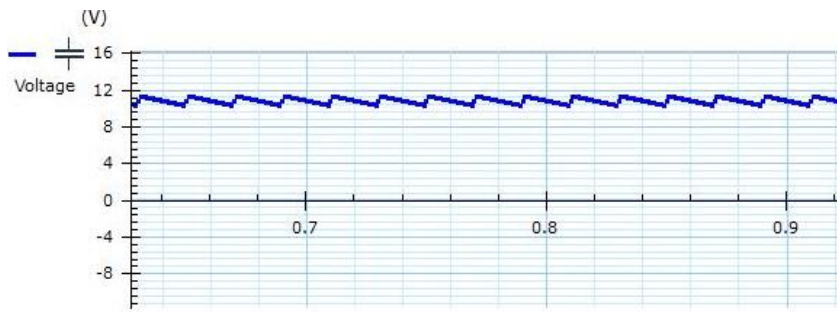
الشكل (IV. 1): بطاقة التغذية المتناظرة

النتائج المتحصل عليها أثناء تحويل وتقييم الإشارة من خلال برنامج المحاكاة على النحو التالي:



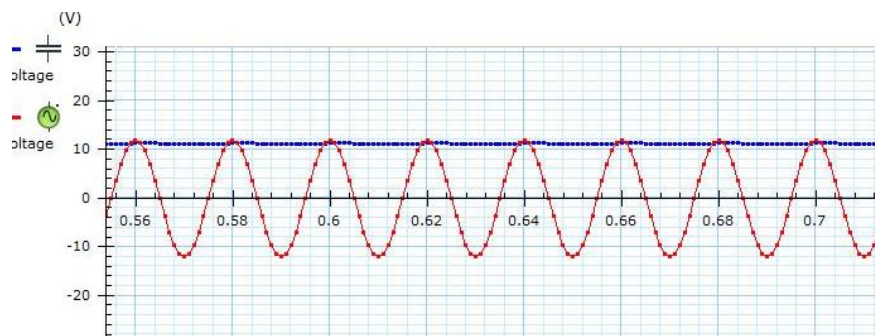
الشكل (IV. 2): نتائج المحاكاة لدارة التحويل والتقييم

النتائج المتحصل عليها أثناء ترشيح وتثبيت الإشارة من خلال برنامج المحاكاة على النحو التالي:



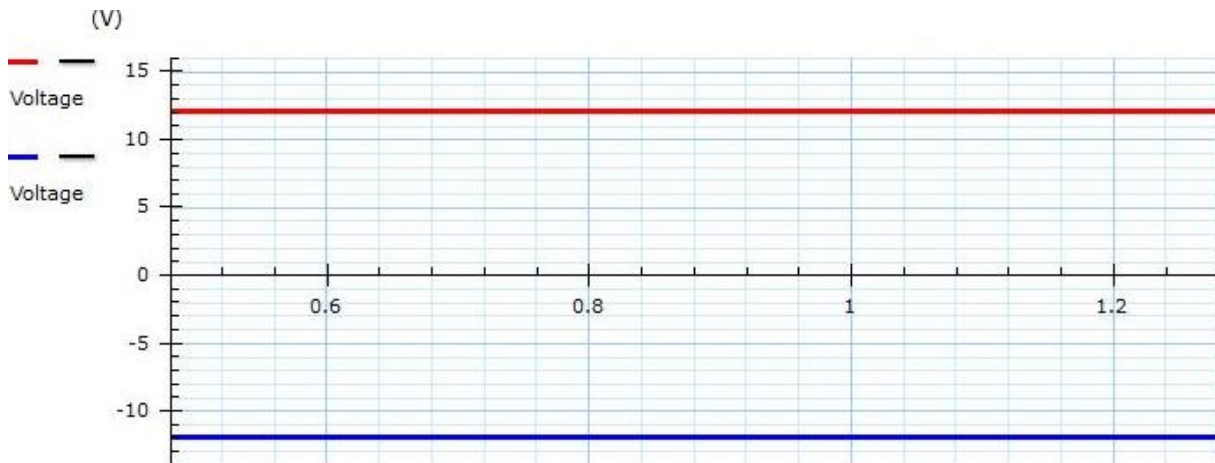
الشكل (IV. 3): نتائج المحاكاة لدارة الترشيح والتثبيت

نتائج المحاكاة لدارة التثبيت:



الشكل (IV. 4): نتائج المحاكاة لدارة التثبيت

نتائج المحاكاة لدارة التغذية المتناظرة:



الشكل (IV. 5): نتائج المحاكاة لدارة التغذية المتناظرة

4.4 محاكات الطابق B:

كما قلنا سابقا يمكن تشخيص عدة عناصر باستخدام الطابق B منها: المقاومة، الوشيعية، المحول، المرحل، الزر الضاغط، مكبر الصوت، الدوائر المطبوعة بالاعتماد على التركيب السابق:

1.4.4 تشخيص الصمام الثنائي:

كما هو موضح في الجدول التالي، تم إنجاز دارة بسيطة لتشخيص صلاحية الثنائي العادي. تعتمد هذه الدارة على التوصيل الأمامي والعكسي لمراقبة حالة تشغيل الديود عن طريق إضاءة الثنائي الضوئي. الجدول (IV. 1): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص الثنائي

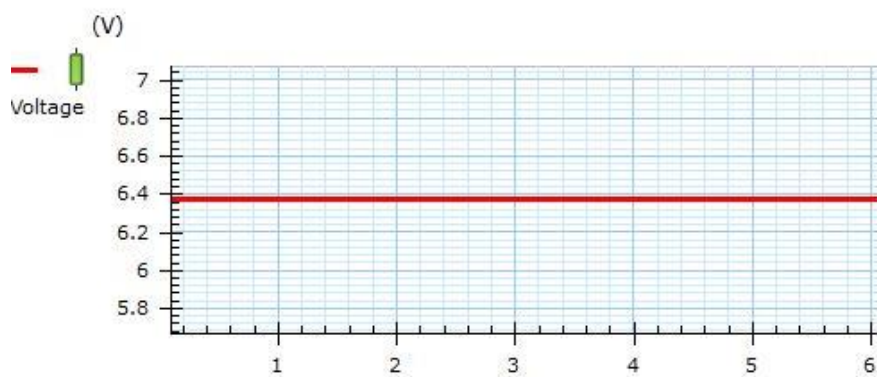
<p>تركيب المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

الجدول (IV. 2): نتائج تشخيص الصمام الثنائي:

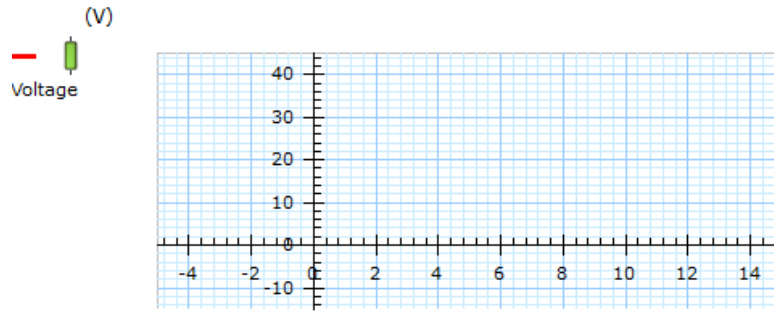
التجربة	نتائج العمل التطبيقي	التشخيص
		<p>صالح للاستعمال</p>

		<p>غير صالح للاستعمال</p>
		<p>غير صالح للاستعمال</p>

نتائج المحاكات والعمل التجريبي للصمام الثنائي:



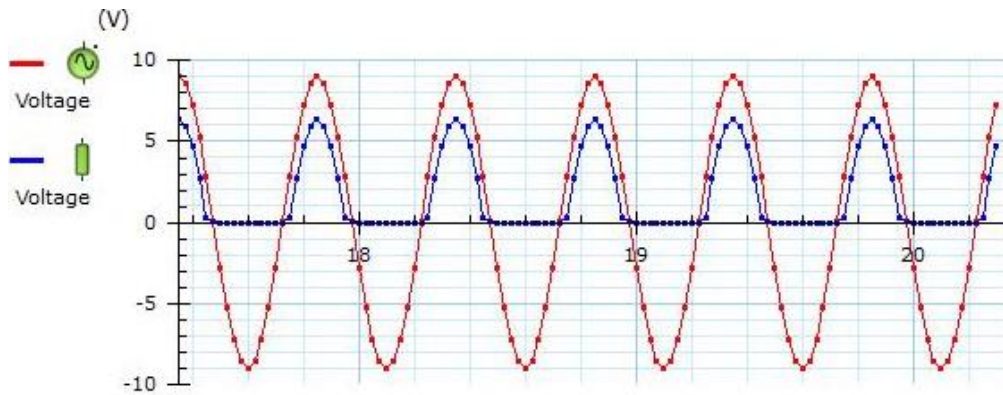
الشكل (IV. 6): تشخيص الصمام أثناء الاستقطاب المباشر



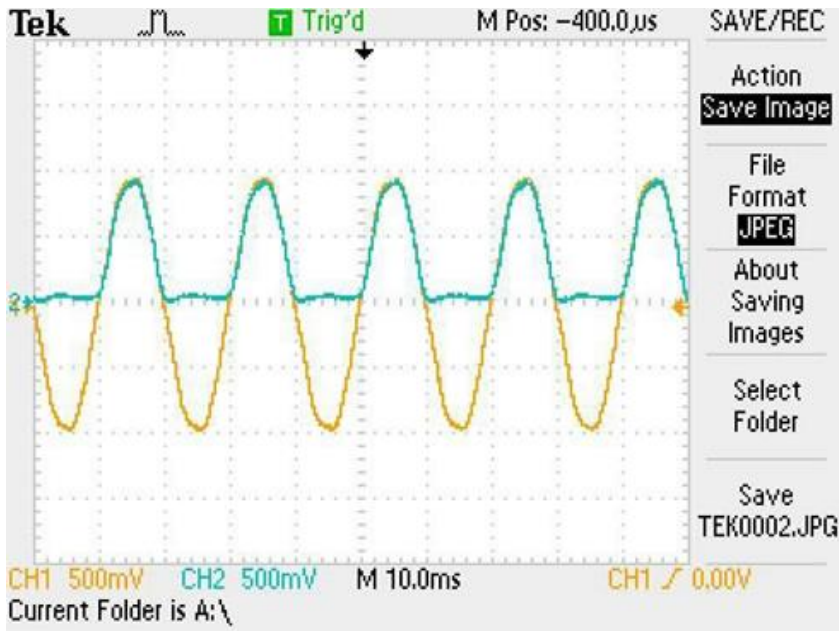
الشكل (7. IV): تشخيص الصمام أثناء الاستقطاب العكسي

نتائج المحاكات والعمل التجريبي عند استعمال مصدر جهد متردد:

أولاً: أثناء الاستقطاب المباشر:

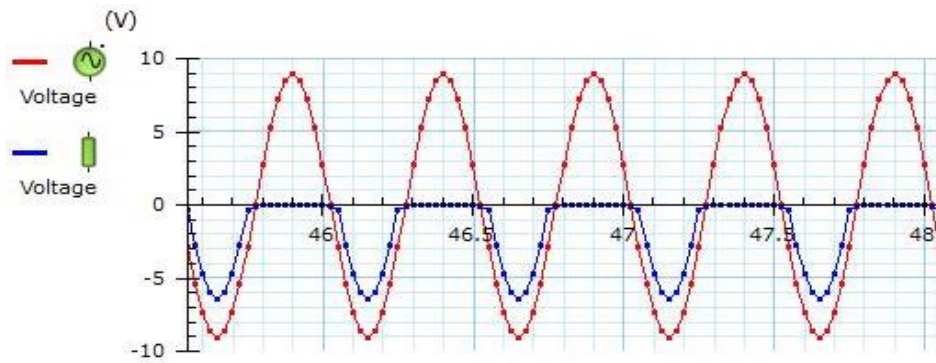


الشكل (8. IV): تشخيص الصمام أثناء الاستقطاب المباشر

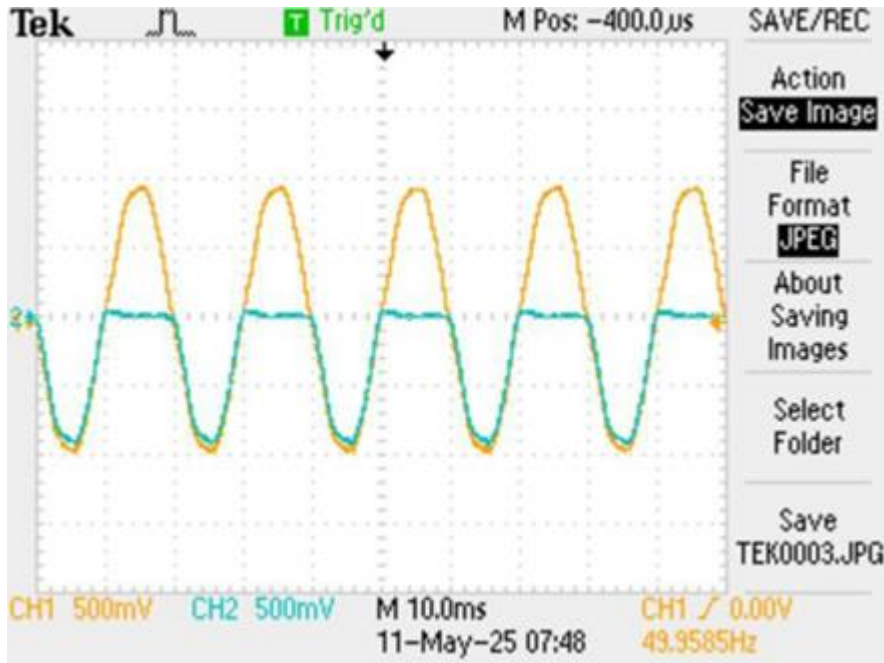


الشكل (9. IV): نتائج تشخيص الصمام الثنائي أثناء الاستقطاب المباشر باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي

ثانياً: أثناء الاستقطاب العكسي



الشكل (IV. 10): نتائج تشخيص الصمام الثنائي أثناء الاستقطاب العكسي

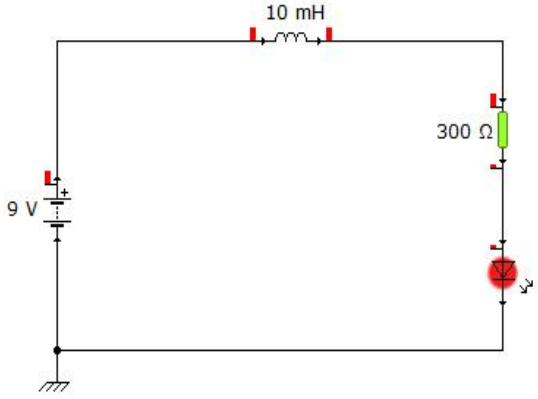
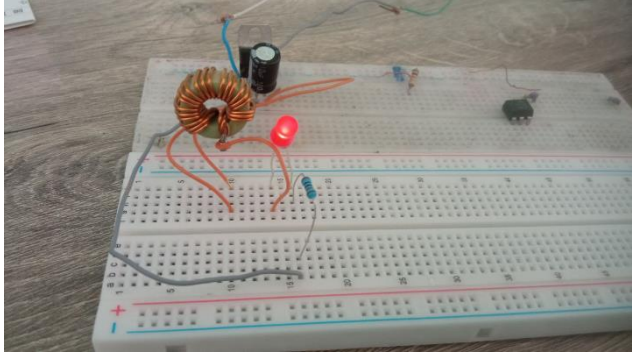


الشكل (IV. 11): نتائج تشخيص الصمام الثنائي أثناء الاستقطاب العكسي باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي

2.4.4 تشخيص الوشيعة:

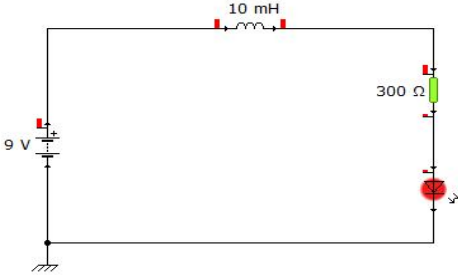
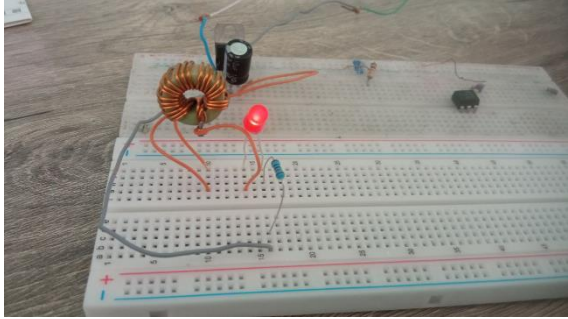
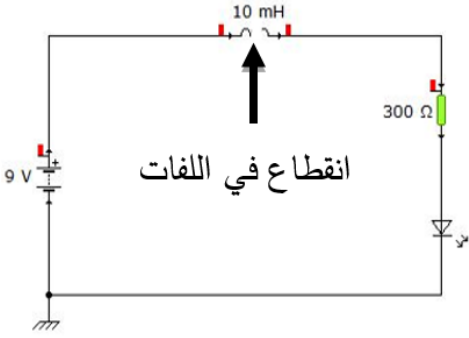
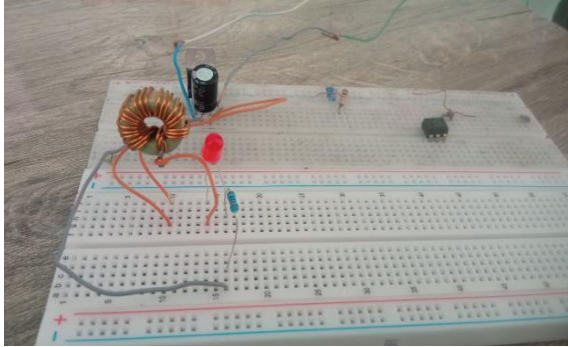
بالاعتماد على تركيب الطابق B يمكن تشخيص الوشيعة، التركيب المقابل يمثل النتائج المتحصل عليها في حالة تشخيص الوشيعة وفق مبدأ العمل المنتهج في الفصل الثالث.

الجدول (IV. 3): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص الوشيعة

	
<p>تركيب المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

نلخص نتائج تشخيص الوشيجة في الجدول التالي:

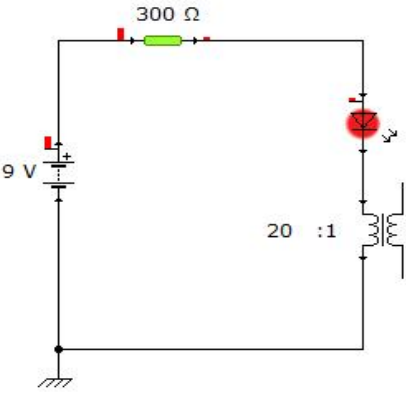
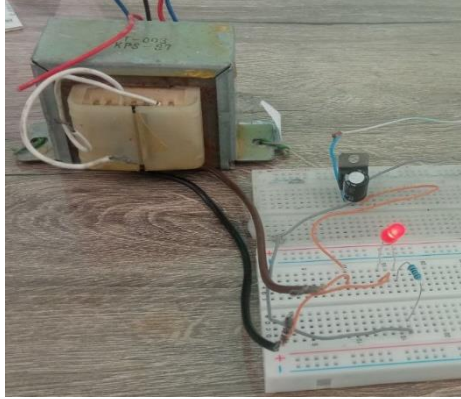
الجدول (IV. 4): نتائج تشخيص الوشيجة

التجربة	نتائج العمل التطبيقي	التشخيص
		<p>صالح للاستعمال</p>
		<p>غير صالح للاستعمال</p>

3.4.4 تشخيص المحول:

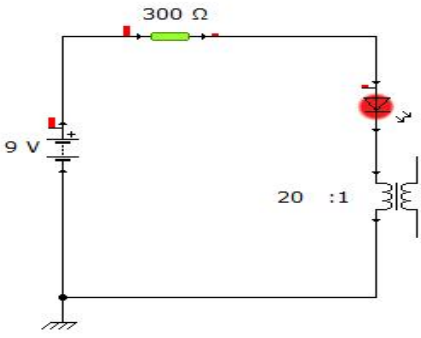
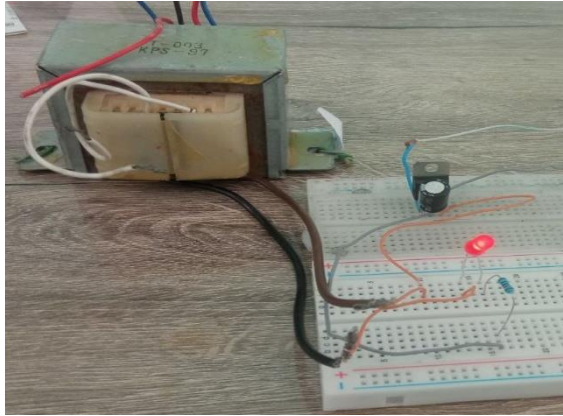
بنفس الطريقة يمكن تشخيص المحول وفق التركيب الطابق B كالتالي:

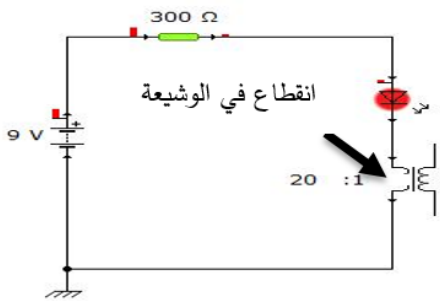
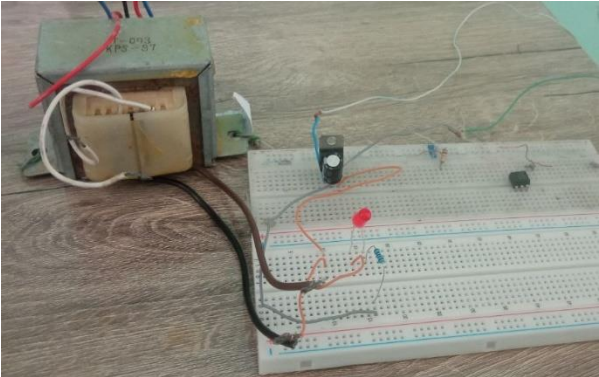
الجدول (IV. 5): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المحول

	
<p>تركيب المحاكاة</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

نلخص نتائج تشخيص المحول في الجدول التالي:

الجدول (IV. 6): نتائج تشخيص المحول

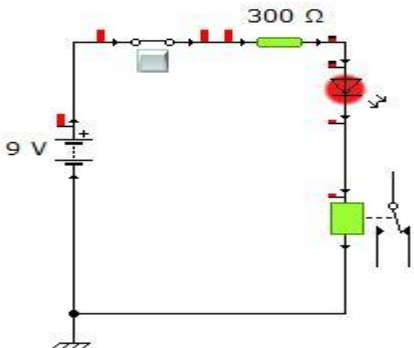
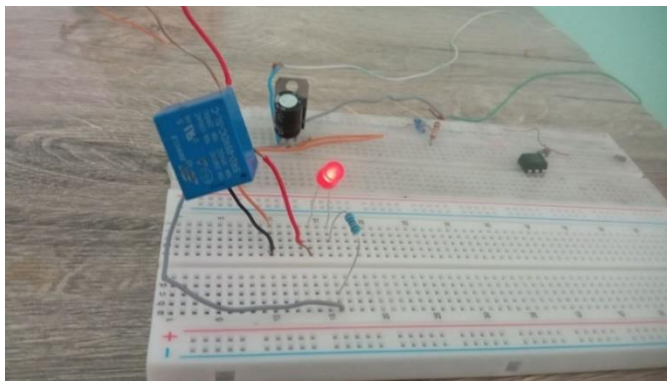
التجربة	نتائج العمل التطبيقي	التشخيص
		<p>صالح للاستعمال</p>

		<p>غير صالح للاستعمال</p>
---	--	-------------------------------

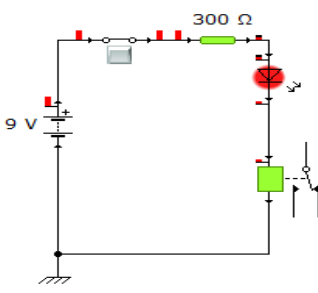
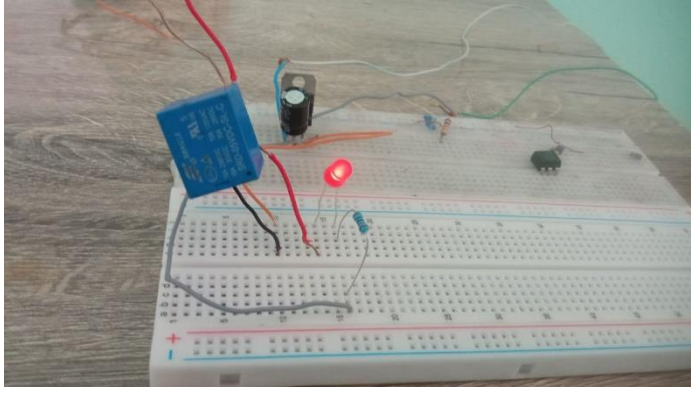
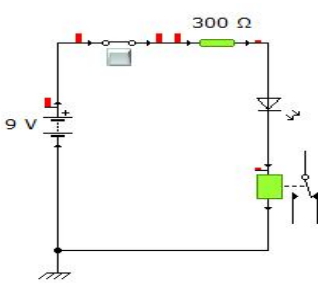
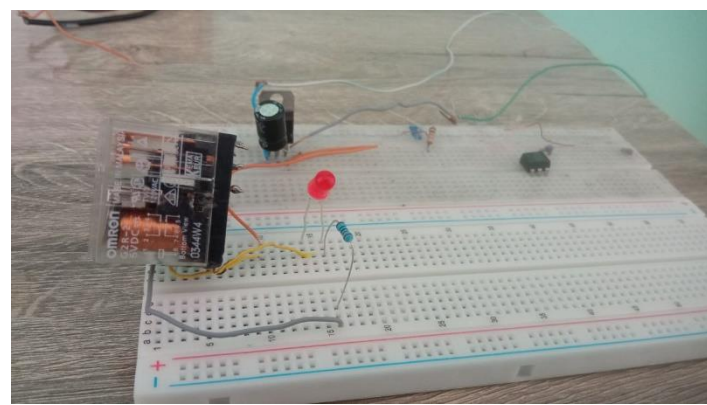
4.4.4 تشخيص المرحل:

بالاعتماد على نفس الطابق السابق، نظرًا لأن المرحل هو عبارة عن وشيعة، فإنه يعتمد على نفس مبدأ التشغيل الذي تم شرحه سابقًا. ويمكن التحقق من صلاحية المرحل من خلال التركيب التجريبي التالي:

الجدول (IV. 7): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المرحل.

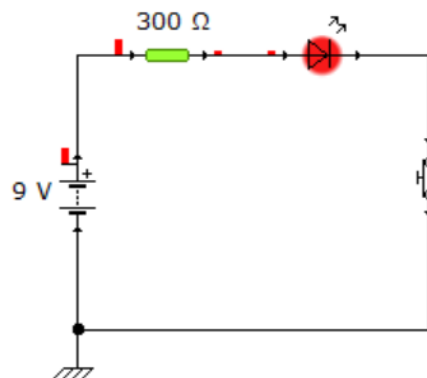
	
<p>تركيب المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

الجدول (IV. 8): نتائج تشخيص المرحل

التجربة	نتائج العمل التطبيقي	التشخيص
		صالح للاستعمال
		غير صالح للاستعمال

5.4.4 تشخيص الزر الضاغط:

بنفس الطريقة يتم تشخيص الزر الضاغط اعتمادا على الطابق B، بحيث عند الضغط على الزر يمر التيار ويترتب عليه توهج الثنائي وعند رفع الد من الزر الضاغط ينطفئ الثنائي الضوئي وهذا دليل على صلاحيته.

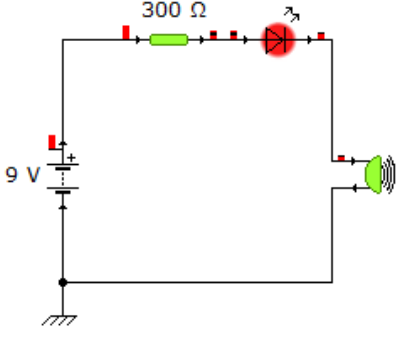
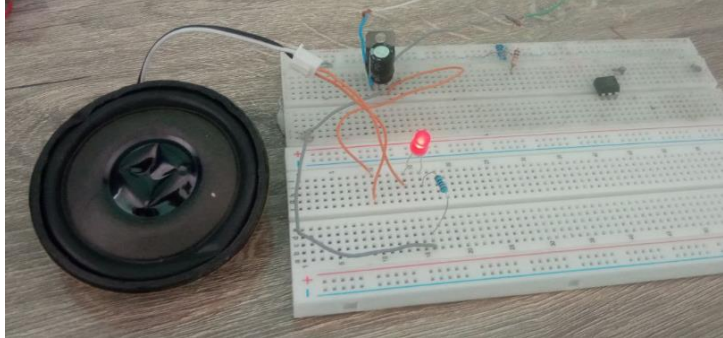


الشكل (IV. 12): التركيب بالمحاكاة لتشخيص الزر الضاغط

6.4.4 تشخيص مكبر الصوت:

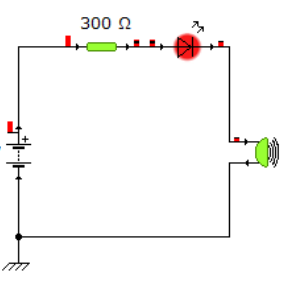
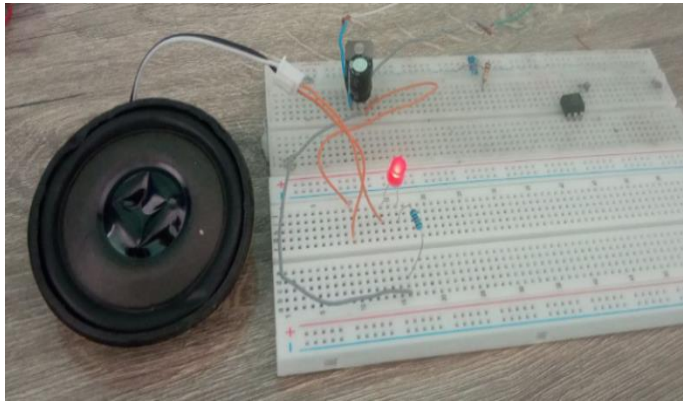
بنفس الطريقة يتم تشخيص مكبر الصوت اعتمادا على تركيب الطابق B ، بحيث من خلال هذا التركيب يمكن التأكد من صلاحية مكبر الصوت، إذ أن صدور صوت طقطقة خفيف يصاحبه توهج للثنائي الضوئي عند غلق الدارة يدل على أن العنصر سليم وصالح للاستعمال.

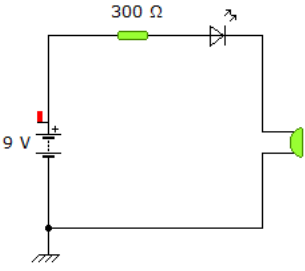
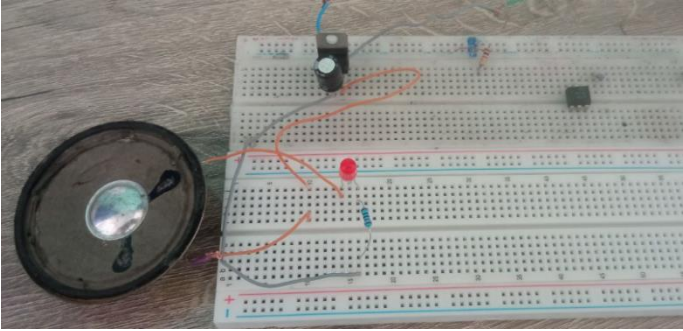
الجدول (9. IV): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص مكبر الصوت.

	
<p>التركيب بالمحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

وفيما يلي نتائج تشخيص مكبر الصوت:

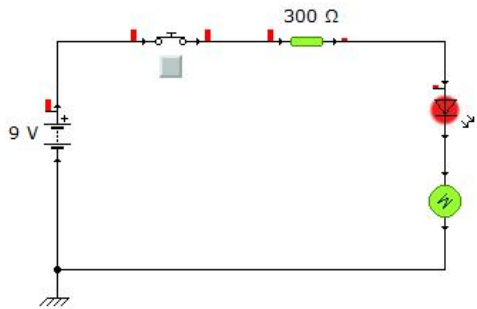
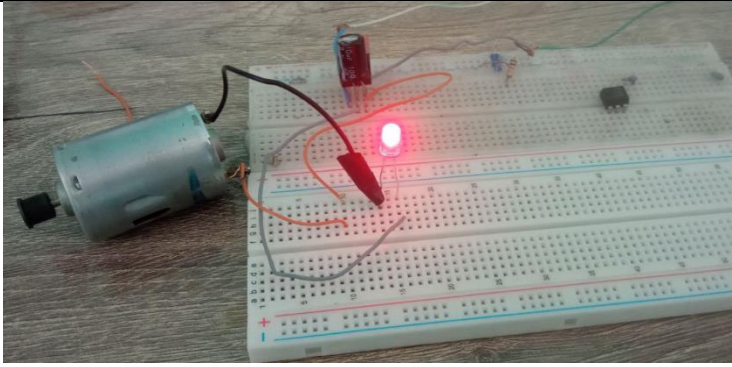
الجدول (10. IV): نتائج تشخيص مكبر الصوت

التجربة	نتائج العمل التطبيقي	التشخيص
		<p>صالح للاستعمال</p>

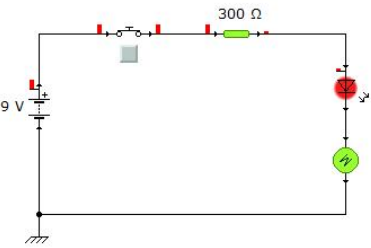
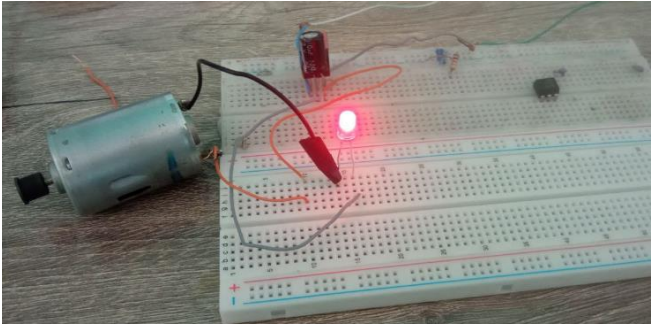
		<p>غير صالح للاستعمال</p>
---	--	-------------------------------

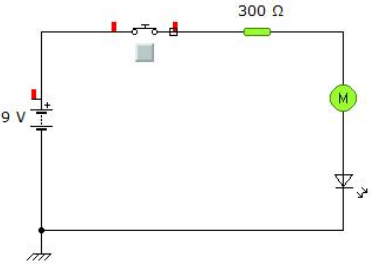
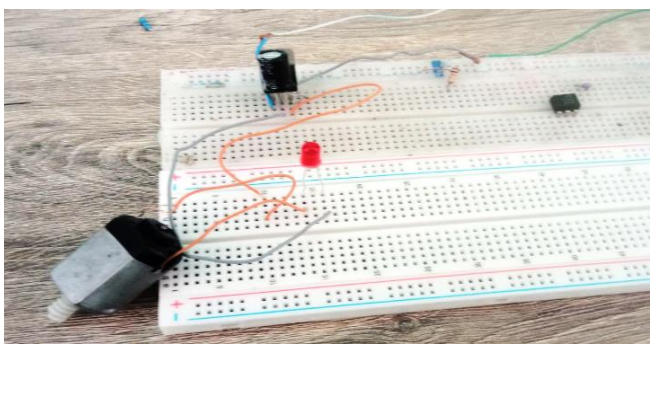
7.4.4 تشخيص محرك التيار المستمر:

تم تنفيذ تجربة تشخيص محرك التيار المستمر باستخدام تركيبه الطابق B ، كما هو الموضح في الشكل التالي:
الجدول (11. IV): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص محرك التيار المستمر.

	
<p>التركيب بالمحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

الجدول (12. IV): نتائج تشخيص محرك التيار المستمر

التجربة	نتائج العمل التطبيقي	التشخيص
		<p>صالح للاستعمال</p>

		<p>غير صالح للاستعمال</p>
---	--	-------------------------------

5.4 محاكات الطابق E:

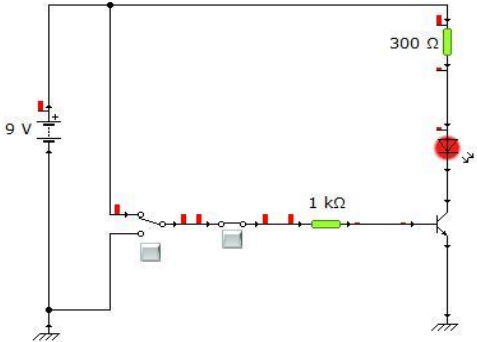
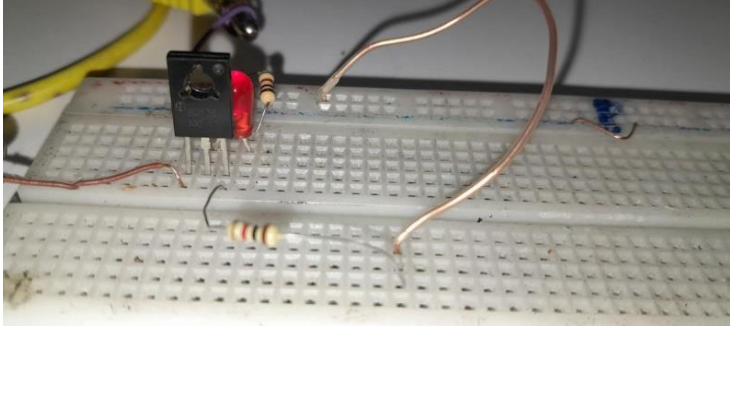
1.5.4 تشخيص ترانزستور ثنائي القطبية:

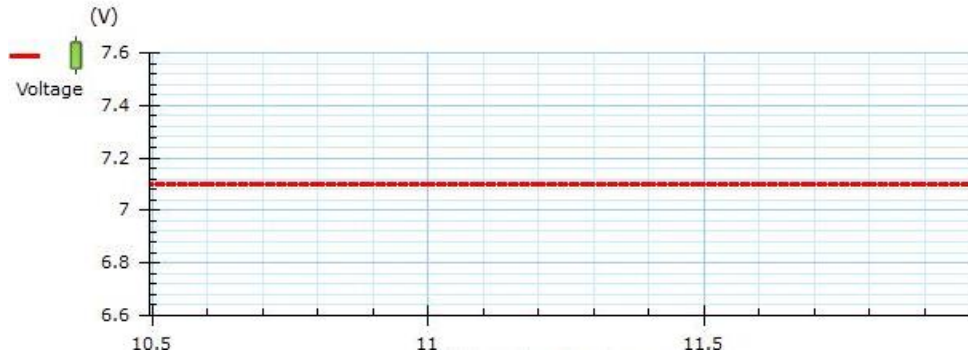
التركيب المقابل يمثل النتائج المتحصل عليها في حالة تشخيص ترانزستور (PNP،NPN) وفق مبدأ العمل المنتهج في الفصل الثالث.

أولاً: نتائج تشخيص ترانزستور NPN:

التركيب المقابل يمثل النتائج المتحصل عليها في حالة تشخيص ترانزستور NPN .

الجدول (IV. 13): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص ترانزستور NPN.

	
<p>تركيب المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>



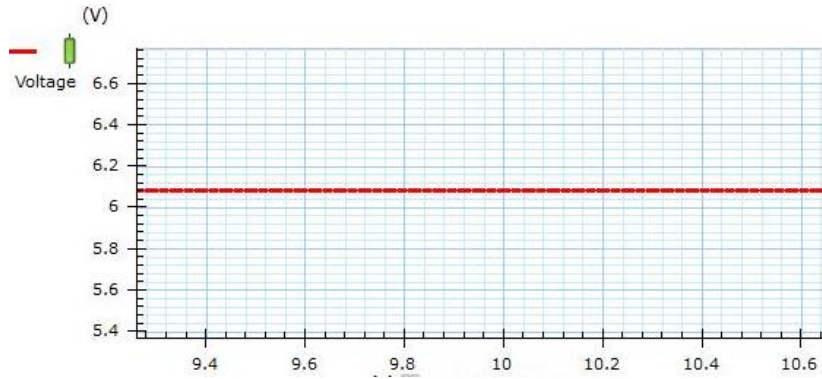
الشكل (IV. 13): نتائج محاكات الترانزستور NPN

ثانياً: نتائج تشخيص ترانزستور PNP:

التركيب المقابل يمثل النتائج المتحصل عليها في حالة تشخيص ترانزستور PNP .

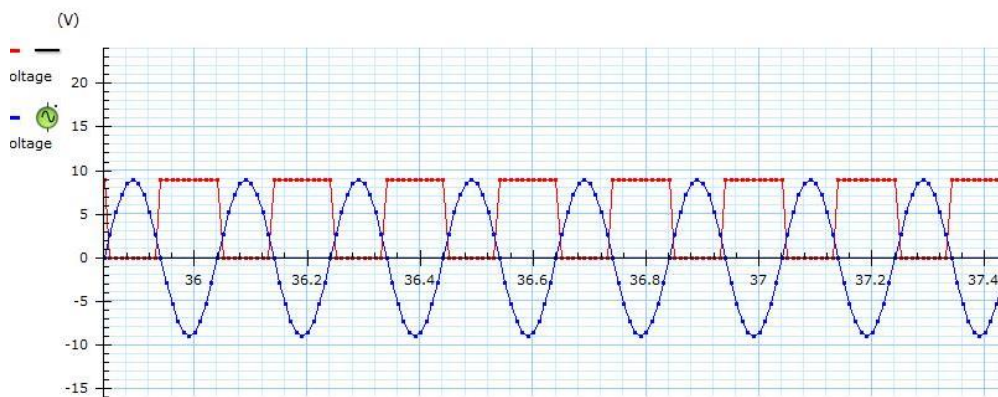
الجدول (IV. 14): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص ترانزستور PNP.

<p>تركيب المحاكاة</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

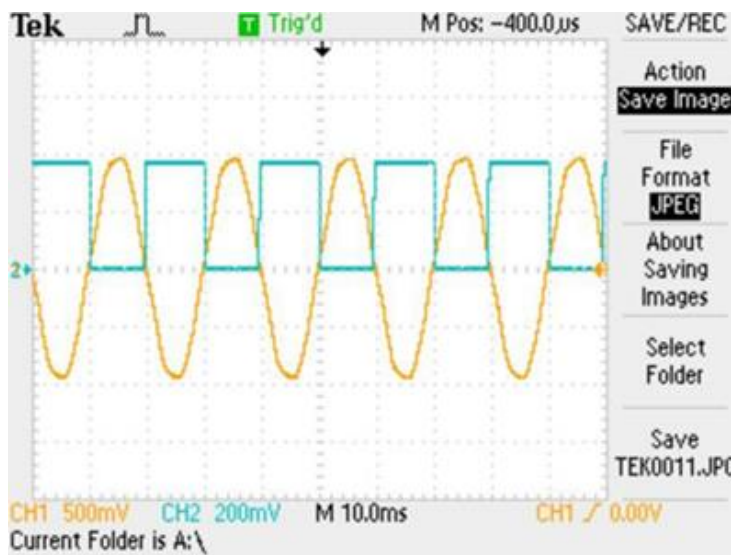


الشكل (IV. 14): نتائج محاكات الترانزستور PNP:

نتائج ترانزستور NPN باستعمال مصدر جهد متردد مع استقطاب المقحل بالتيار المستمر:



الشكل (IV. 15): نتائج تشخيص الترانزستور NPN بالمحاكات



الشكل (IV. 17): نتائج تشخيص الترانزستور NPN باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي

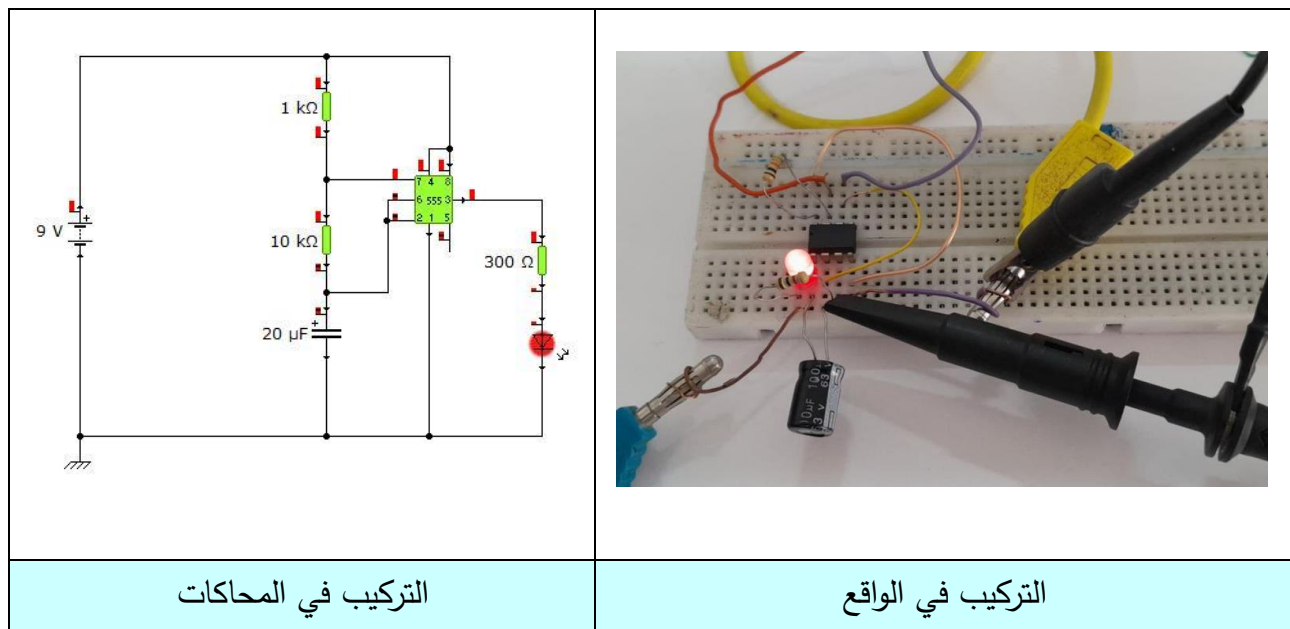
6.4 تشخيص الطابق C:

كما ذكرنا في المحور السابق أنه يمكننا تشخيص عدة عناصر باستخدام تركيب الطابق (C) منها: المكثفة، الدارة المندمجة NE555، المقاومة المتغيرة، المقاومة الضوئية، المقاومة الحرارية.

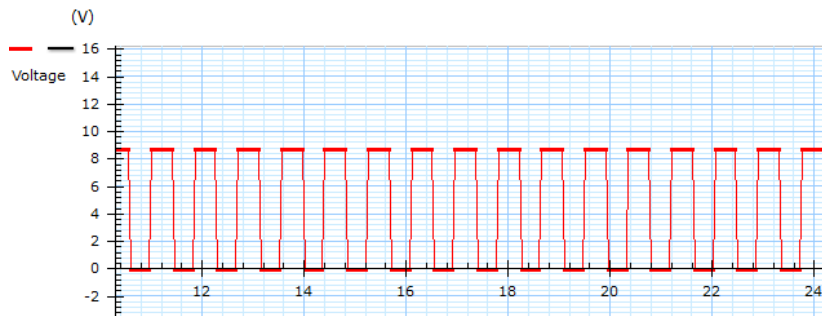
1.6.4 تشخيص المكثفة:

بعد تقديم التشخيص النظري للمكثفة في الفصل السابق، تم الانتقال إلى التشخيص التجريبي باستخدام تركيب الطابق C، المتمثل في المؤقت NE555 في نمط القلاب اللا مستقر (Astable). يهدف هذا الاختبار إلى مراقبة سلوك وصلاحية المكثفة من خلال وميض الثنائي الباعث للضوء (LED).

الجدول (IV. 15): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المكثفة .



نتائج المتحصل عليها بعد المحاكاة والعمل التجريبي:



الشكل (IV. 18): نتائج تشخيص المكثفة بالمحاكاة



الشكل (IV. 19): نتائج تشخيص المكثفة باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي

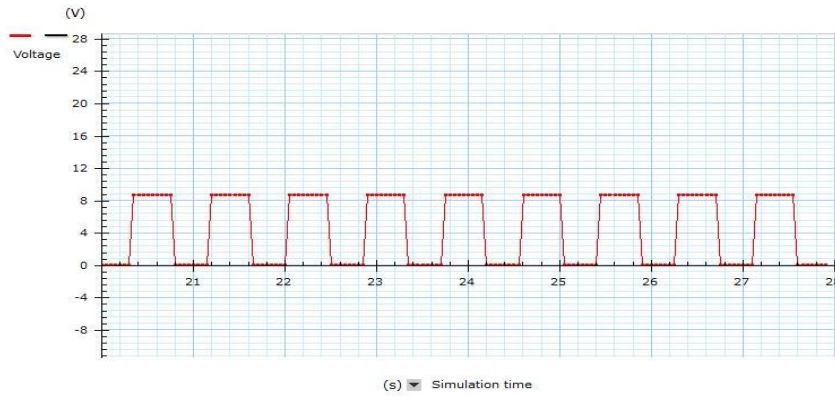
2.6.4 تشخيص الدارة المندمجة NE555 :

بعد دراسة المؤقت NE555 نظريًا وشرح مبدأ عمله ثم تشخيصه في تركيب الطابق C، تظهر نتائج التشخيص التجريبي باستخدام دارة القلاب الا مستقر كما يلي:

الجدول (IV. 16): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص NE555 .

<p>التركيب في المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

النتائج المتحصل عليها بعد المحاكات والعمل التجريبي



الشكل (IV. 20): نتائج تشخيص NE555 بالمحاكات NE555

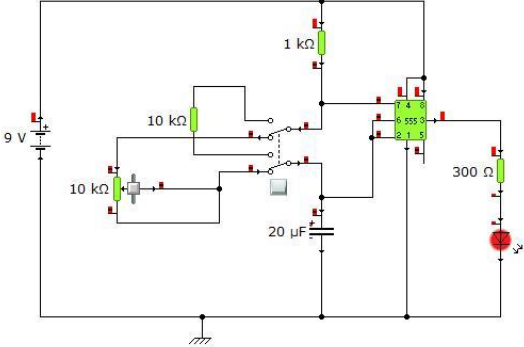
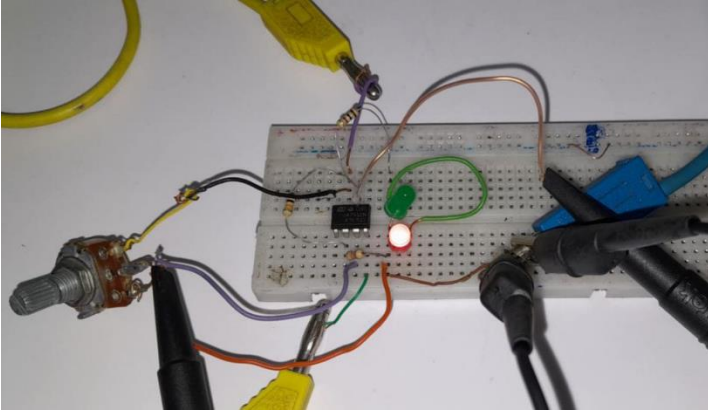


الشكل (IV. 21): نتائج تشخيص NE555 باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي

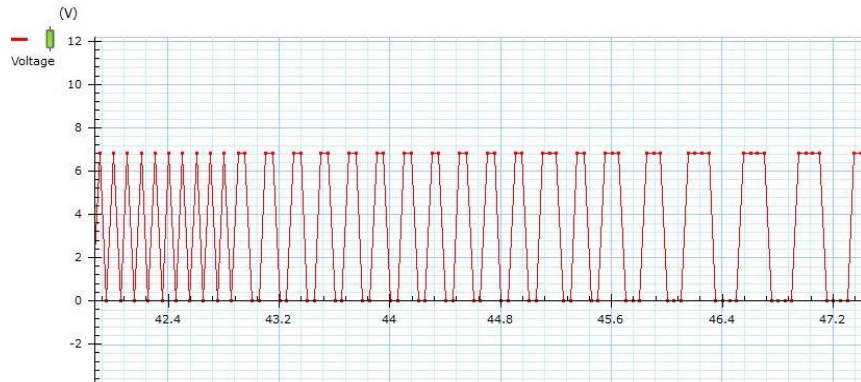
3.6.4 تشخيص المقاومة المتغيرة:

من أجل تشخيص المقاومة المتغيرة تم الاعتماد علي تركيب الطابق C المتمثل في مؤقت NE555 في نمط القلاب غير المستقر (Astable) ، ومع تغيير وضعية المبدلة للوضع الثاني مع وضع بين طرفي المبدلة المقاومة المتغيرة، بحيث يهدف التشخيص التجريبي إلى ملاحظة تأثير تغيير قيمة المقاومة على التردد f الذي يظهر على شكل وميض الثنائي الضوئي LED.

الجدول (IV. 17): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المقاومة المتغيرة.

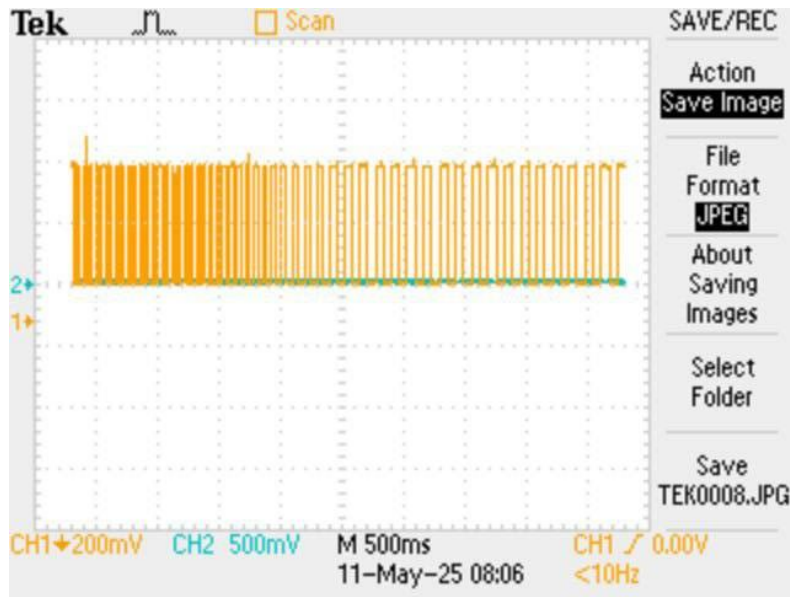
	
<p>التركيب في المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

النتائج المتحصل عليها بعد المحاكات والعمل التجريبي



الشكل (IV. 22): نتائج تشخيص المقاومة المتغيرة بالمحاكات

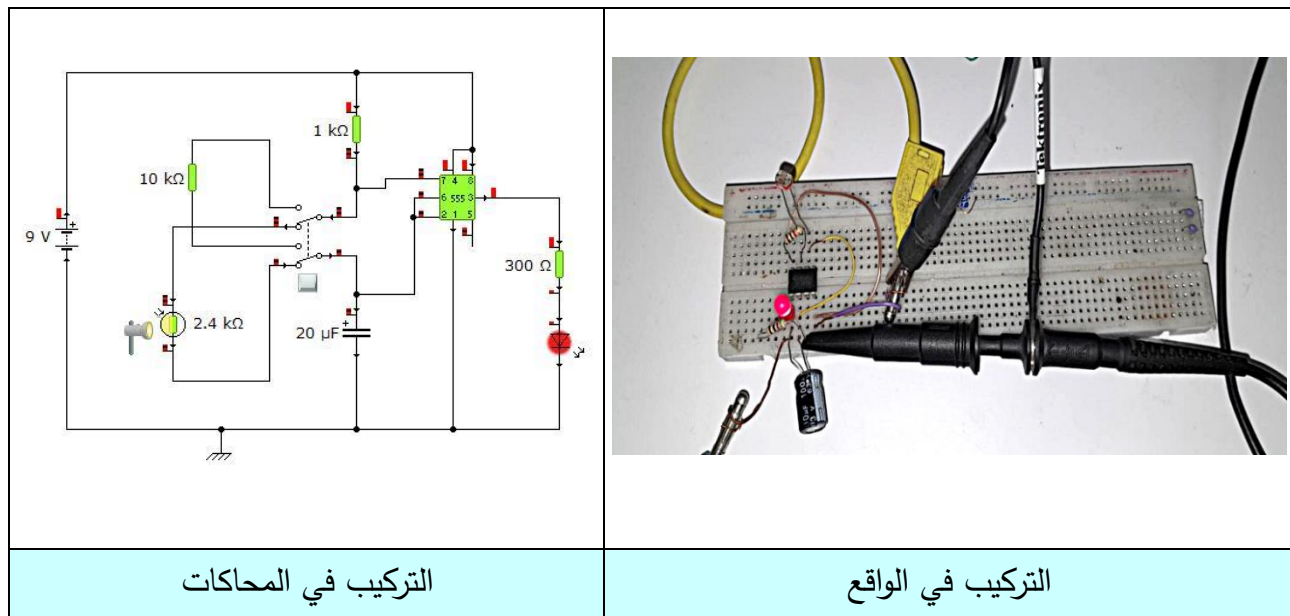
ملاحظة: تم أخذ نتائج راسم الاهتزاز المهبطي للعناصر التالية (المقاومة المتغيرة والضوئية والحرارية) باستعمال طابق G، الخاص بالمقارن في الجزء التطبيقي.



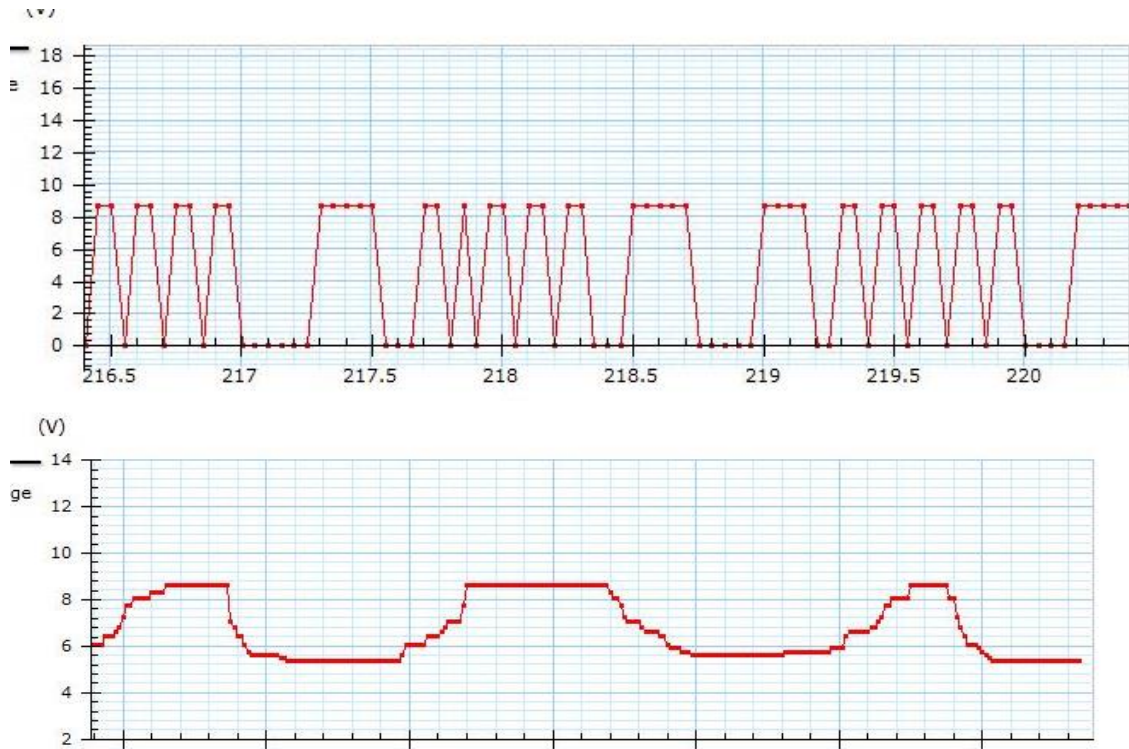
الشكل (IV. 23): نتائج تشخيص المقاومة المتغيرة باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي

4.6.4 تشخيص المقاومة الضوئية:

تم الاعتماد في تشخيص المقاومة الضوئية على تركيب الطابق C، المتمثل في دائرة القلاب غير المستقر المعتمدة على المؤقت NE555، حيث تؤثر المقاومة الضوئية بشكل مباشر على تردد الإشارة الخارجة من المؤقت، وبالتالي يمكن ملاحظة تغير تردد من خلال توهج الثنائي الضوئي على نمط وميض الصمام الضوئي. الجدول (IV. 18): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المقاومة الضوئية.



النتائج المتحصل عليها بعد المحاكات والعمل التجريبي:



الشكل (IV. 24): منحنى تغير التردد بدلالة التغير في المقاومة الضوئية في الطابق C

نتائج تشخيص المقاومة الضوئية (LDR) في الطابق G:



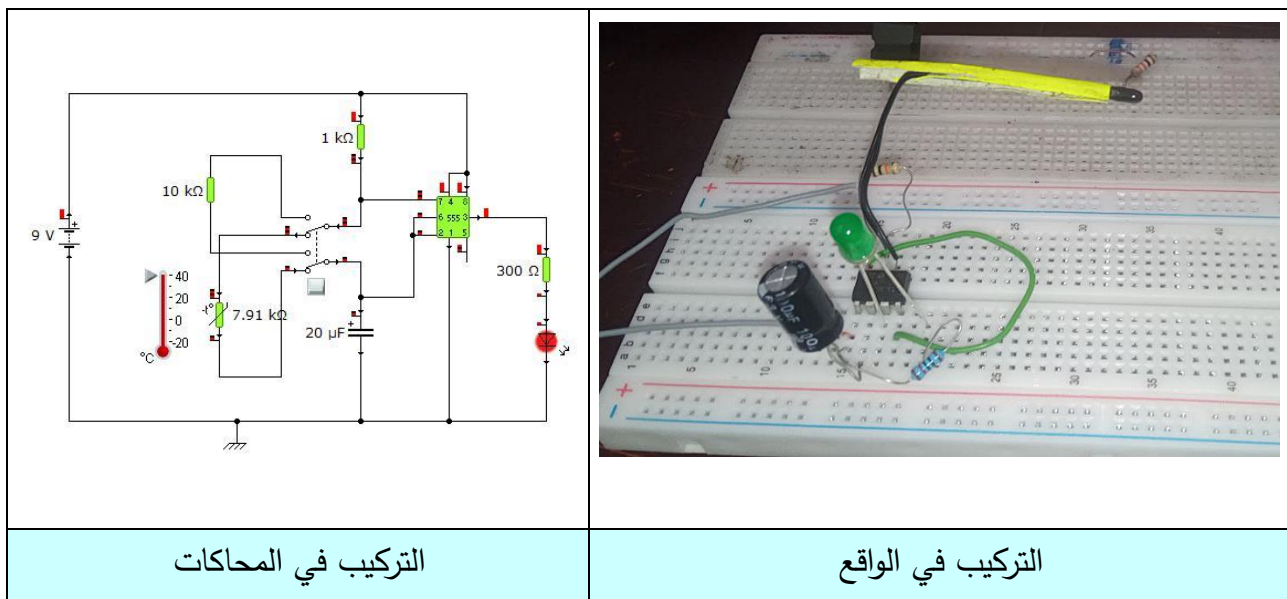
الشكل (IV. 25): نتائج تشخيص المقاومة الضوئية (LDR) في الطابق G باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي

5.6.4 تشخيص المقاومة الحرارية:

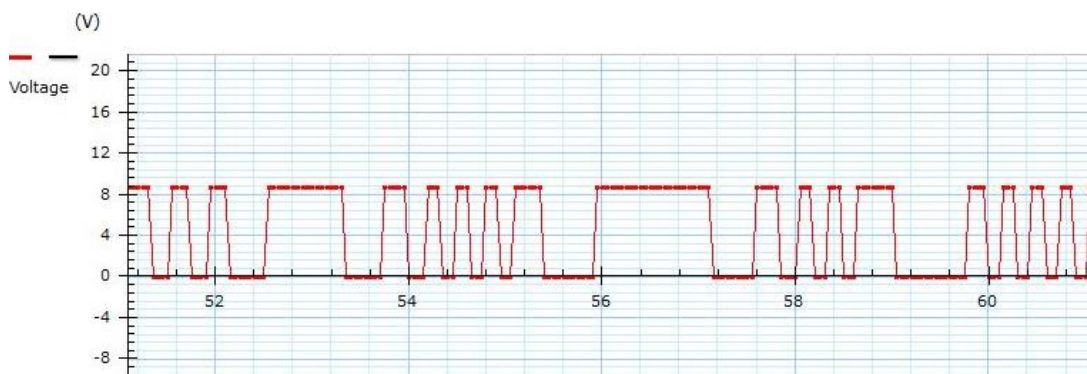
تم الاعتماد في تشخيص المقاومة الحرارية على دائرة القلاب اللا مستقر، حيث تهدف التجربة على ملاحظة تغير تردد f عند تسليط حرارة تدريجية على المقاومة الحرارية (NTC أو PTC). يترجم تغير التردد f بتغير سرعة وميض الثنائي الضوئي (LED).

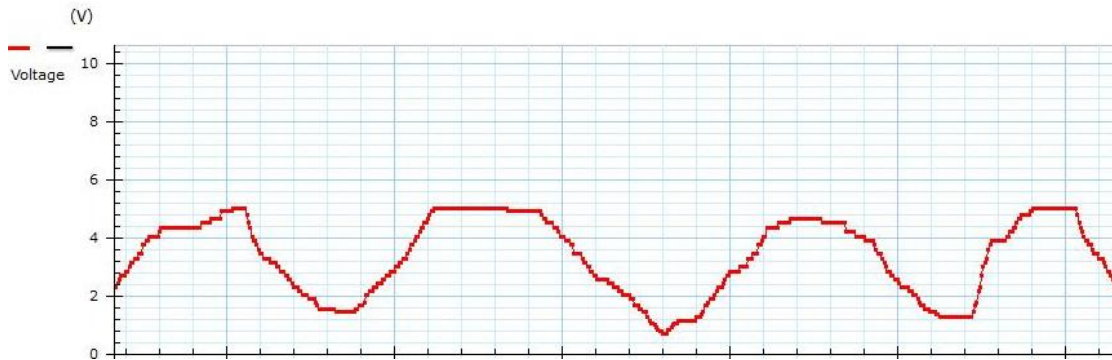
ملاحظة: يمكن معرفة نوع المقاومة الحرارية (NTC أو PTC) حسب التردد الناتج.

الجدول (19. IV): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المقاومة الحرارية.



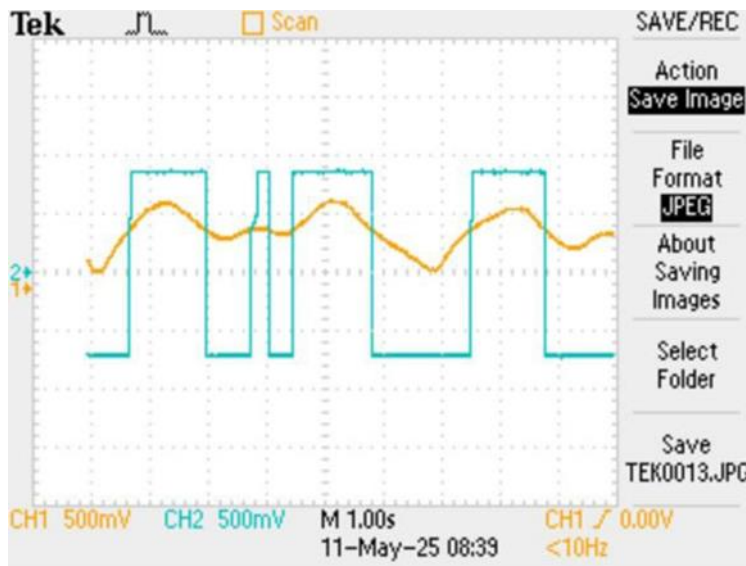
النتائج المتحصل عليها بعد المحاكات والعمل التجريبي:





الشكل (IV. 26): منحنى تغير التردد بدلالة التغير في المقاومة الحرارية الطابق C

نتائج تشخيص المقاومة الحرارية CTN في الطابق G :



الشكل (IV. 27): نتائج تشخيص المقاومة الحرارية CTN في الطابق G باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي

7.4 محاكات الطابق G:

1.7.4 تشخيص المضخم العملي LM741:

من أجل تشخيص المضخم العملي نستعمل تركيب الطابق G.

النتائج الموالية نختصر فيها مدى صلاحية المضخم العملي وهذا بتحقيق شروط مسبقه في مقارنة المدخلين

V_+ و V_- حيث يكون المخرج متعلق بالشروط الابتدائية .

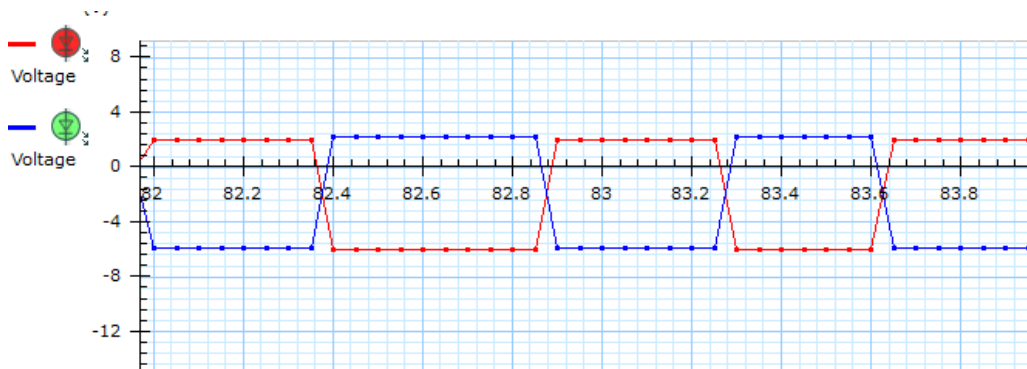
الجدول (IV. 20): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص المضخم العملي LM741.

<p>التركيب في المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

النتائج المتحصل عليها:

- إذا كان $V+ > V-$ يكون خرج المضخم يساوي $Vs=E+$ ومنه يضيء الثنائي الضوئي الأول باللون الأحمر.
- إذا كان $V+ < V-$ يكون خرج المضخم يساوي $Vs=E-$ ومنه يضيء الثنائي الضوئي الثاني باللون الأخضر.

نتائج المحاكات المتحصل عليها عند مخرج الثنائي الضوئي الأول والثاني أثناء تغيير قيمة α .



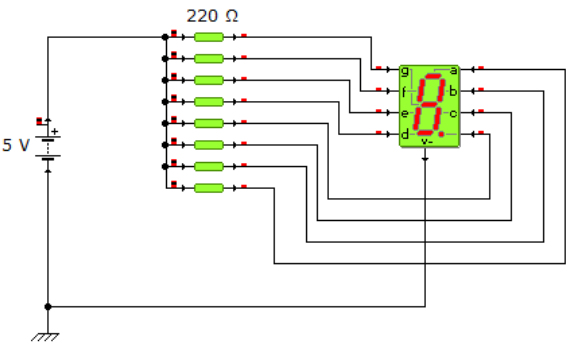
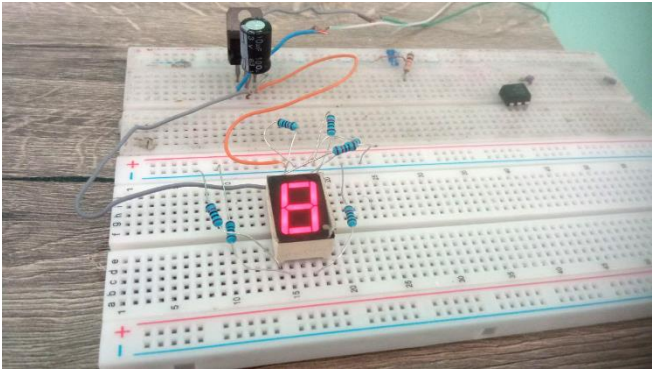
الشكل (IV. 28): نتائج محاكات (LED2 و LED1)

8.4 محاكات الطابق H:

1.8.4 تشخيص الشاشة ذات سبعة قطع (Segment-7):

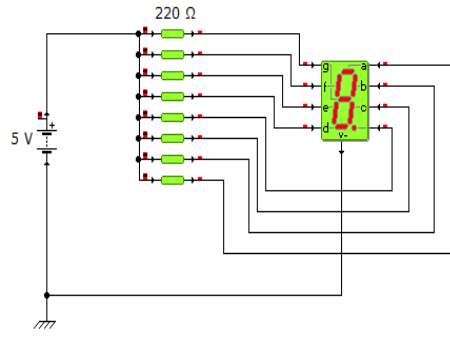
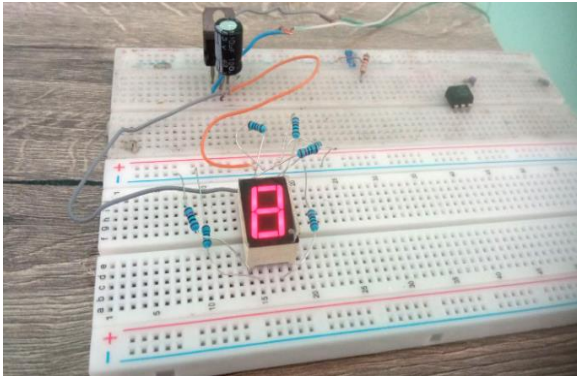
تم الاعتماد في تشخيص الشاشة ذات سبعة قطع على تركيب الطابق H، حيث تم توصيلها بطريقة بسيطة لاختبار صلاحية كل قطعة على حدة. تم استخدام مصدر تغذية مستمر 5V مع مقاومات قيمتها 220Ω لحماية القطع من التيار الزائد، وتم توصيل كل مقاومة على التوالي مع كل مدخل للقطع من a إلى g.

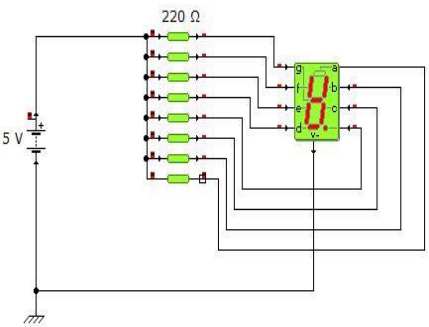
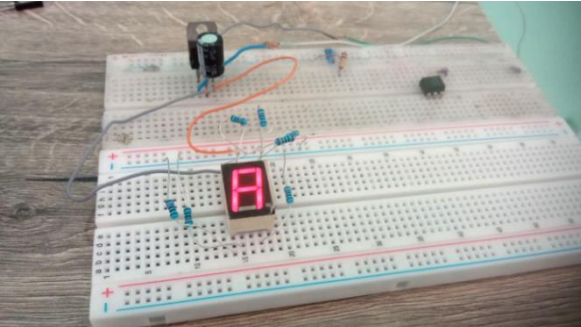
الجدول (IV. 21): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص الشاشة (Segment-7).

	
<p>التركيب في المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

كانت نتائج تشخيص الشاشة (Segment-7) كما هي موضحة في الجدول (I).

الجدول (IV. 22): نتائج تشخيص الشاشة (Segment-7).

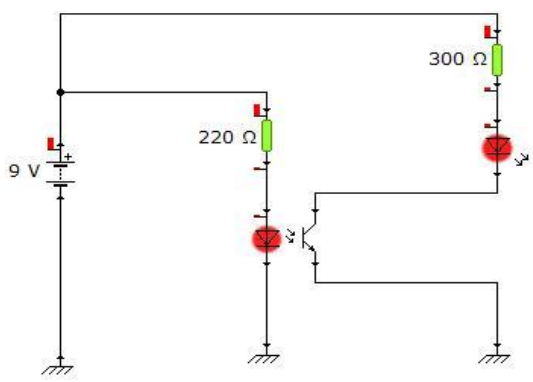
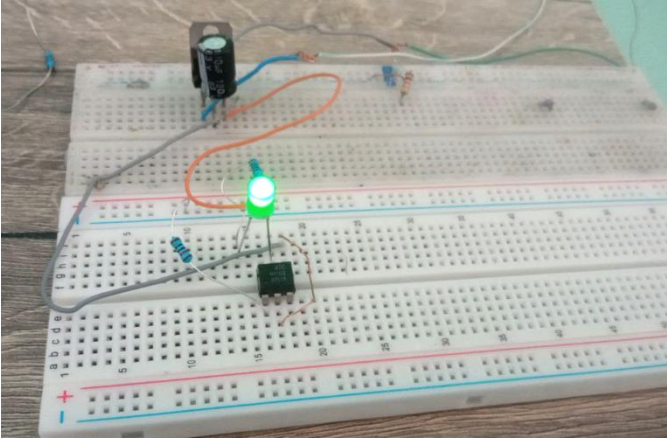
التجربة	نتائج العمل التطبيقي	التشخيص
		<p>صالح للاستعمال</p>

		<p>غير صالح للاستعمال</p>
---	--	---------------------------

9.4 محاكات الطابق F

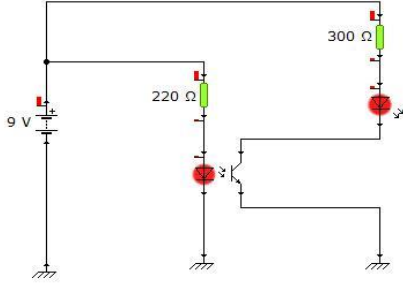
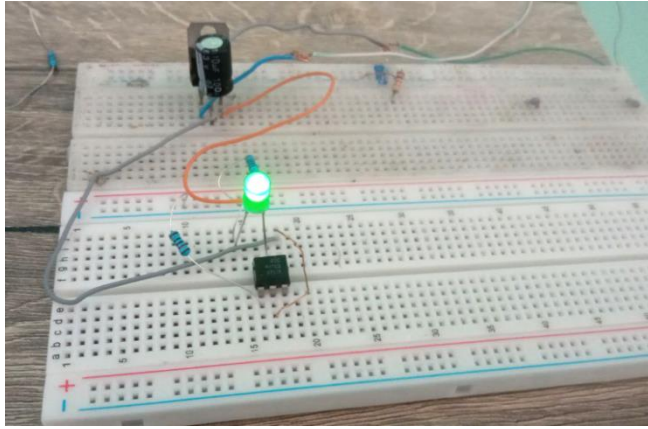
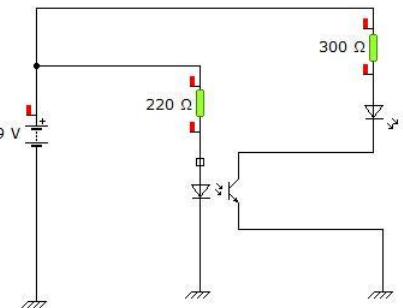
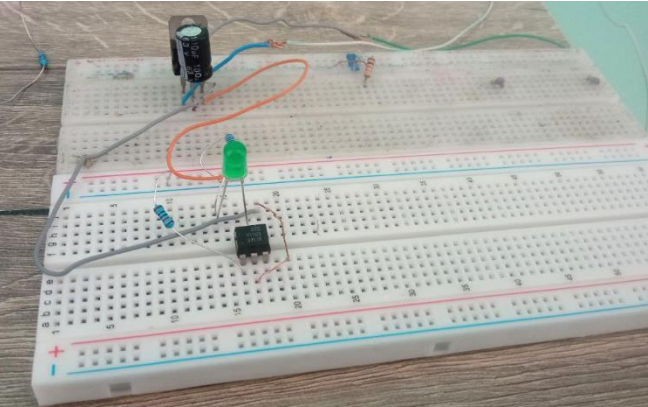
1.9.4 تشخيص الرابط الضوئي

الجدول (IV. 23): التركيب في الواقع والتركيب بالمحاكاة لتشخيص الرابط الضوئي.

	
<p>التركيب في المحاكات</p>	<p>التركيب في الواقع</p>

من خلال مبدأ عمل الرابط الضوئي يمكن ان نلخص نتائج تشخيص الرابط الضوئي في الجدول () المقابل:

الجدول (IV. 24): نتائج تشخيص الرابط الضوئي

التجربة	نتائج العمل التطبيقي	التشخيص
		<p>صالح للاستعمال</p>
		<p>غير صالح للاستعمال</p>

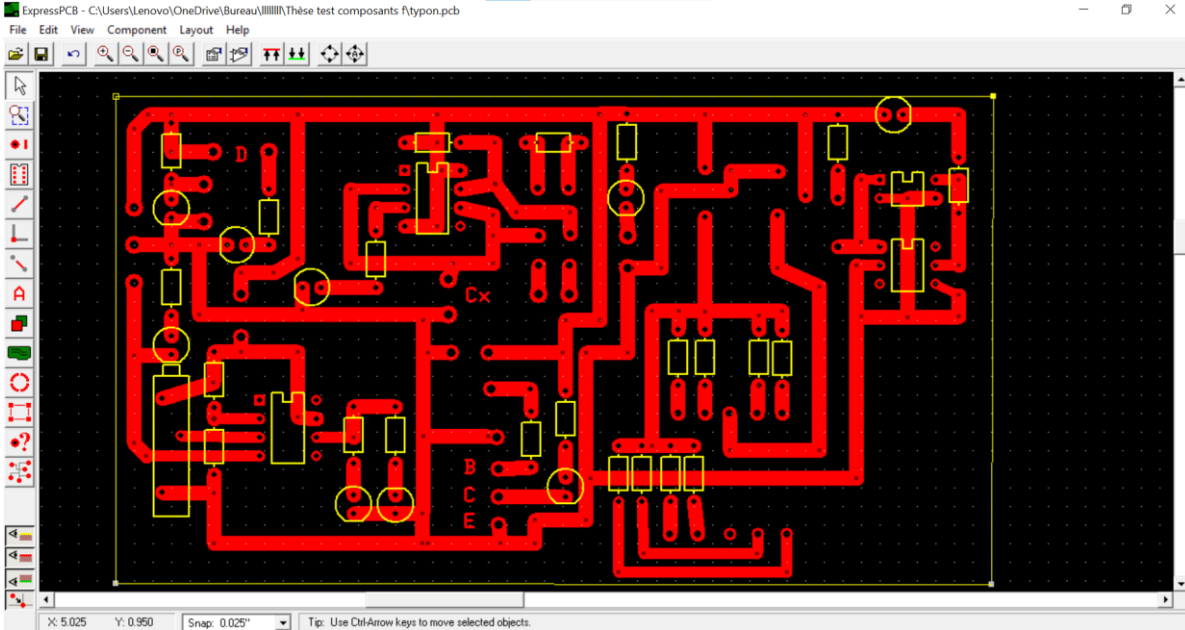
الإنتاج التطبيقي للجهاز:

من أجل تجسيد جهاز تشخيص العناصر الإلكترونية تطبيقياً يجب توصيل مختلف العناصر الإلكترونية في دارة مطبوعة وللحصول عليها نذكر باختصار الخطوات المتبعة لذلك.

الخطوات التالية:

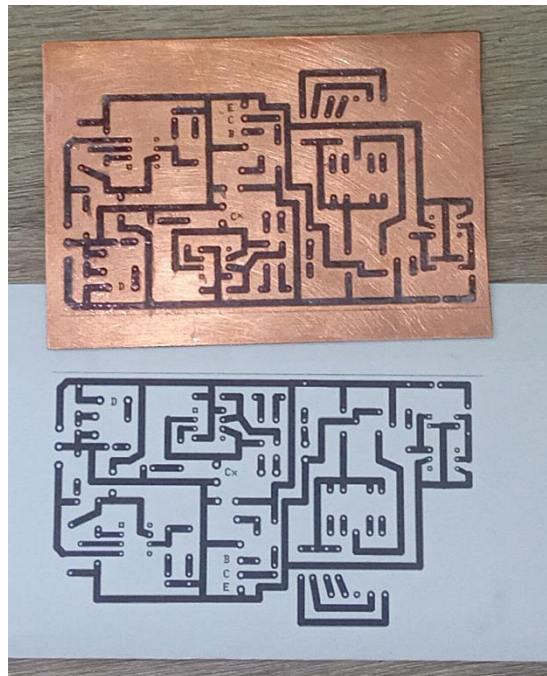
الخطوة الأولى: تصميم الدارة الإلكترونية

يتم تصميم الدارة الإلكترونية بمساعدة الحاسوب وذلك باستعمال برامج التصميم الخاصة مثل (Express PCB) وهو البرنامج الذي تم استخدامه في تصميم الدارة الإلكترونية المطبوعة في هذه المذكرة حيث نقوم برسم المسارات وتحديد أماكن الثقوب فقط كما هو مبين في الشكل أدناه:



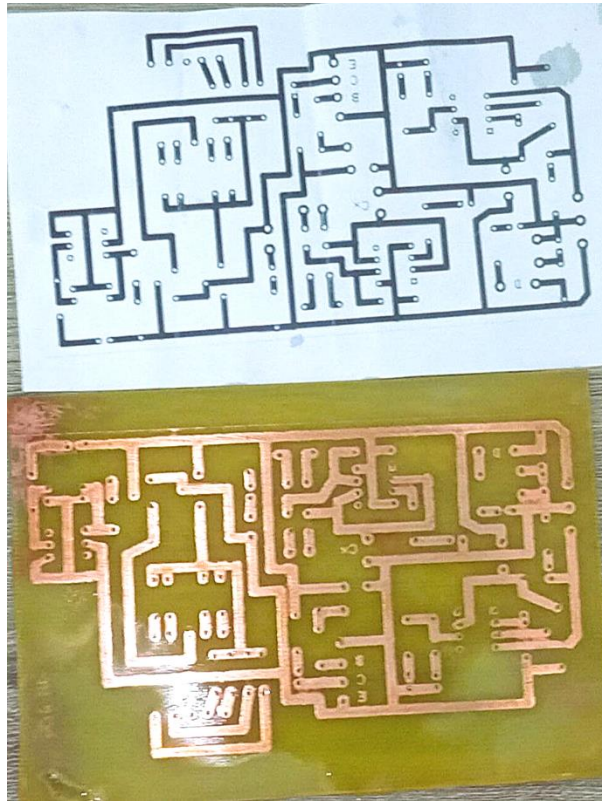
الشكل (IV. 29): تصميم الدارة الإلكترونية بواسطة برنامج

الخطوة الثانية: طباعة الصورة ثم إعداد الصفحة النحاسية ولصق المسارات عليها.



الشكل (IV. 30): صورة تظهر المسارات على الصفحة النحاسية

الخطوة الثالثة: تحضير البطاقة وذلك بإظهار المسارات بوضع كمية من حمض ثاني كلورات الحديد $FeCl_3$ المسخن من قبل وذلك من أجل نزع الطبقة النحاسية والإبقاء على المسارات المغطاة بالحبر فقط.

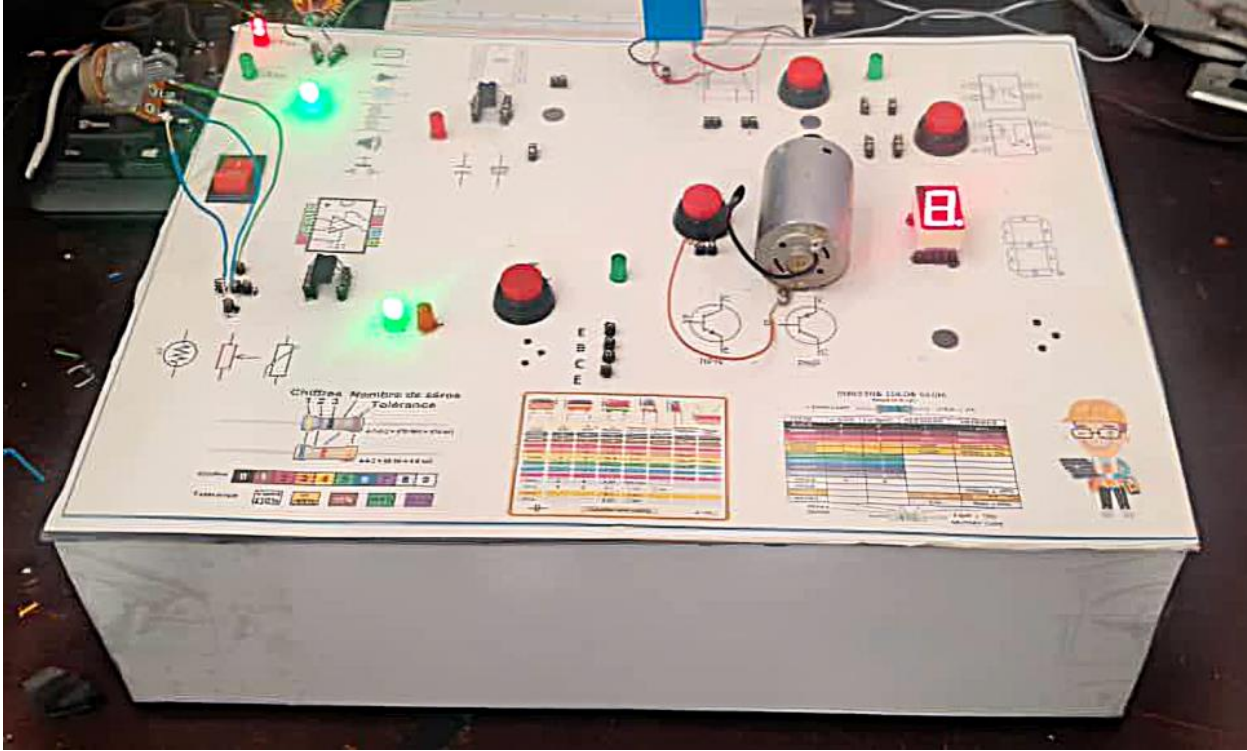


الشكل (IV. 31): البطاقة المطبوعة المستعملة في تشخيص العناصر الالكترونية

1.4 البطاقة الإلكترونية المطبوعة:

الخطوة التالية:

أخيرا نقوم بتلحيم الأسلاك والعناصر الإلكترونية في أماكنها المناسبة بواسطة جهاز كاوية اللحام الكهربائية. وبعد إنجاز الدارة المطبوعة السابقة وتركيب مختلف العناصر الالكترونية كانت الصورة النهائية للمشروع (جهاز الكتروني لتشخيص العناصر الإلكترونية) كالتالي.



الشكل (IV. 31): الشكل النهائي لجهاز تشخيص العناصر الإلكتروني

الخاتمة:

من خلال النتائج العملية المتحصّل عليها، يمكن التأكيد على فعالية التصميم الصندوقي المقترح في تشخيص مختلف العناصر الإلكترونية التي تم تناولها. ولإضفاء طابع علمي دقيق على هذه المذكرة، تم دعم الجانب التطبيقي بجزء نظري شامل، إضافة إلى محاكاة كل دارة على حدي قبل تنفيذها فعلياً. وقد أظهرت المقارنات بين المحاكاة والتجارب الواقعية تطابقاً جيداً، مع بعض الفروقات البسيطة التي لا تؤثر على دقة أو مصداقية التشخيص.

الخاتمة العامة

تُعدّ أجهزة القياس من الوسائل الأساسية التي يعتمد عليها التقنيون في مخابر الإلكترونيات وحاجة التلاميذ الأطوار الثلاثة لتعلمها، نظراً لدورها الفعّال في تسهيل عمليات التركيب، الفحص، والصيانة. ومن خلال هذه الدراسة، سعينا إلى معالجة أحد الإشكالات المتكررة التي يواجهها المخبريون، والمتمثلة في التأكد من صلاحية العناصر الإلكترونية قبل استخدامها، الأمر الذي يوفر الجهد والوقت أثناء التجارب والإنجازات التطبيقية.

ومن هذا المنطلق، جاءت فكرة إنجاز جهاز إلكتروني عملي يساعد في تشخيص العناصر الإلكترونية الأكثر استعمالاً بطريقة مبسطة، دقيقة، وسريعة. وقد بُني هذا المشروع على أربعة فصول رئيسية، توزعت بين الجانب النظري والتطبيقي.

الفصل الأول، الذي خُصص لدراسة العناصر الإلكترونية، حيث تناولنا أنواعها، بنيتها، ووظائفها في الدارات، وهو ما شكّل أرضية معرفية لفهم آلية تشخيصها. تلاه الفصل الثاني، تطرقنا إلى المبادئ العامة لعلم القياس، وأهمية أجهزة القياس في المجال الإلكتروني، مع عرض لأصنافها ووظائفها الأساسية.

أما الفصل الثالث، فقد خصص للجانب التشخيص، حيث تم تقديم التصميم الصندوقي للمشروع، مع شرح المراحل المعتمدة لإنجاز بطاقة التشخيص، من اختيار المكونات، إلى دراسة دارات التشخيص الخاصة بكل عنصر. وفي الفصل الرابع، قمنا بتطبيق ومحاكاة مختلف التركيبات المعتمدة، وتحليل النتائج، ومقارنتها مع ما تم توقعه نظرياً، مما أتاح لنا التحقق من كفاءة جهاز تشخيص العناصر وفعاليتها في أداء وظيفته.

وفي الختام، يمكن القول إن هذا المشروع يمثل خطوة أولى نحو تطوير أدوات مساعدة في تشخيص العناصر الإلكترونية في المخابر التعليمية، ومع فتح آفاق مستقبلية لتطويره، يمكن دمج تقنيات البرمجة الدقيقة والوحدات الذكية للحصول على بطاقة تشخيص ذكية مرتبطة بقاعدة بيانات، ما من شأنه تسهيل العمل المخبري أكثر ورفع مردودية التشخيص.

مصادر الفصل الأول

Charles Platt, Encyclopedia of Electronic Components, Volume 1, 1st ed. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc., 2013.	[1]
C. Platt and F. Jansson, Encyclopedia of Electronic Components, Volume 2, 1st ed. Sebastopol, CA: Maker Media, Inc., 2015.	[2]
DANIEL L. METZGER. ELECTRONIC COMPONENTS, INSTRUMENTS, AND TROUBLESHOOTING. PRENTICE-HALL, INC., Englewood Cliffs, New Jersey 07632.	[3]
J. Bird, Electrical and Electronic Principles and Technology, 3rd ed. Oxford, UK: Newnes, 2007.	[4]
D. T. Horn, Electronic Components: A Complete Reference for Project Builders, 1st ed., 3rd printing. Blue Ridge Summit, PA: TAB Books/McGraw-Hill, 1992.	[5]
R. S. Khandpur, Basic Electronic Components & Hardware – I, 1st ed. New Delhi, India: CFS Documentation Cell, Centre for Electronics Design and Technology of India (CEDTI), 1999.	[6]
C. Platt, Encyclopedia of Electronic Components, Volume 3: Sensors, 1st ed. Sebastopol, CA: Maker Media, Inc., 2016.	[7]
أ.د. محمود جيلاني، المرجع في محولات القوى الكهربائية، 2019، الأستاذ بكلية الهندسة - جامعة القاهرة، .drgilanv@gmail.com	[8]
G. W. Neudeck, <i>The Bipolar Junction Transistor</i> , 2nd ed., vol. 3 of Modular Series on Solid State Devices, R. F. Pierret and G. W. Neudeck, Eds. Reading, MA: Addison-Wesley, 1989.	[9]

[10]	الإلكترونيات الصناعية علم الصناعة الجزء الثاني جهاد دريدي (منسقا) ، عثمان إرفاعية ، باسل عبد الحق ، يوسف شقير ، إبراهيم محمود قدح (مركز المناهج) ، دولة فلسطين وزارة التربية والتعليم العالي ، 1427هـ - 2006م
[11]	محاضرة إلكترونيك (نظري) مستوى 3 ، م.م. أيوب يوسف ، كلية التربية الأساسية / حديثة(2020-2019
[12]	https://www.electrobrahim.com/2015/08/moteur-a-courant-continu.html اطلع عليه يوم 25 مارس 2025
[13]	https://www.jotrin.kr/technology/details/7-segment-display-comprehensive-guide اطلع عليه يوم 5 جوان 2025
[14]	A. P. Malvino and D. J. Bates, Electronic Principles, 8th ed., New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2016
[15]	س. إدريس، الإلكترونيات العملية للمبتكرين، الطبعة الأولى، حلب، سورية: شعاع للنشر والعلوم، 2004.
مصادر الفصل الثاني	
[1]	مكتبة البخاري، «القياسات والأجهزة» السعودية.
[2]	د. سعود بن حميد اللحياي، « أجهزة القياس»، جامعة أم القرى كلية العلوم التطبيقي شعبه الفيزياء الطبية.
[3]	الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج - إلكترونيات صناعة وتحكم إلك 247 - المؤسسة العامة للتعليم الفني و التدريس المهني السعودية.
[4]	مختبر الدوائر الكهربائية والقياس، "برنامج الكهرباء"، الوحدة الثانية أنواع أجهزة القياس ومعايرتها.
[5]	أجهزة القياس التماثلية (التناظرية) - د/ سعود بن حميد اللحياي - جامعة أم القرى كلية العلوم التطبيقية شعبه الفيزياء الطبية.
[6]	د. سعود بن حميد اللحياي، أجهزة القياس الرقمية»، جامعة أم القرى كلية العلوم التطبيقية شعبه الفيزياء الطبية.

ابراهيم السيد بدوي العرجة، إيمان السيد محمد الديب، أجهزة القياس"، لطلبة الصف الثاني بالمدارس الثانوية الصناعية، تخصص إلكترونيات - الحاسبات.	[7]
https://www.pce-france.fr/fiches-mesureurs/pince-multimetrique-pce-pcm-2.htm أطلع عليه يوم 2025/05/8	[8]