تنفيذ جهاز فحص أعطال الكوابل

Implementation of cable fault detection

بحث تكميلي لنيل درجة البكلاريوس مرتبة الشرف في الهندسة الكهربائية (تحكم ـ قدرة)

إعداد:-

أسماء أحمد محمد المهدي

مالي الأمين كودي كجو

منى حامد محمود حامد

إشراف :
أ. عائشة العبد

جامعة الشيخ عبد الله البدري

كـــــلية الهندســـــــة

أكتوبر2017

الآيــة :

قال تعالي:

﴿اللّهُ نُورُ السّمَوَاتِ والأرض مَثَلُ نُورِهِ كمَشْكَاَةٍ فِيهَا مِصْبَاَحٌ الْمِصْبَاَحُ فِي زُجَاجَةٍ الزّجَاجَةُ كأَنَهَّا كَوْكبَ دُرّيّ يوُقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبَاَرَكةَ زَيتْوُنَةٍ لاَشَرْقِيةٍّ وَلاَ غَرْبيّةٍ يكَادُ زَيتْهُا يضُيءُ وَلَوْ لَمْ تمَسَسْهُ نَاَرٌ نوُرٌ علَى نُورٍ يهَدِي اللّهُ لِنوُرِهِ مَنْ يشَاَءُ وَيضَرِب اللّهُ الْأمثَاَلَ لِلنّاسِ وَاللّهُ بكِلّ شَيْءٍ علِيمٌ﴾

صدق الله العظيم
سورة النور الآية (35)

الإهداء

الهي لا يطيب الليل إلا بشكرك ولا يطيب النهار إلا بطاعتك.. ولا تطيب اللحظات إلا بذكرك.. ولا تطيب الآخرة إلا بعفوك.. ولا تطيب الجنة إلا برؤيتك

" الله جل جلاله"

إلى من بلغ الرسالة وأدى الأمانة.. ونصح الأمة.. إلى نبي الرحمة ونور العالمين

" سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم"

إلى من خصه الله بالهيبة والوقار .. إلى من علمني العطاء بدون انتظار.. إلى من أحمل اسمه بكل افتخار.. أرجو من الله أن يمد في عمرك لترى ثمارآ قد حان قطافها بعد طول انتظار وستبقى كلماتك نجوم اهتدى بها اليوم وفى الغد وإلى الأبد..

والدي العزيز

إلى ملاكي في الحياة .. إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان

والتفاني .. إلى بسمة الحياة وسر الوجود

إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي

إلى أغلى الحبايب

أمي الحبيبة

إلى رفقاء دربي فى هذه الحياة, معكم أكون أنا وبدونكم أكون مثل أي شيء , إلى من أرى التفاؤل بعينكم والسعادة فى ضحكتكم.. فى نهاية مشواري أريد أن أشكركم على مواقفكم النبيلة إلى من تطلعتم لنجاحي بنظرات الأمل...

إخواني وأخواتي

إلى الإخوة والأخوات ,إلي من تحلو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء إلي ينابيع الصدق الصافي إلي من معهم سعدت, وبرفقتهم في دروب الحياة الحلوة والحزينة سرت إلي من كانوا معي على طريق النجاح والخير إلى من عرفت كيف أجدهم وعلموني أن لا أضيعهم

أصدقائي

شكر وعرفان

تتسابق الكلمات وتتزاحم العبارات لتنظم عقد الشكر الذي لا يستحقه إلا أنتم,

إليكم يا من كان لكم قدم السبق فى ركب العلم والتعليم,

إليكم يامن بذلتم ولم تنتظروا العطاء

ونخص بالشكر والتقدير :

الأستاذة عائشه العبد

والأستاذ منذر يونس

الذي نقول لكم بشراكم قول رسول الله صلى الله عليه وسلم:" إن الحوت فى البحر,والطير فى السماء , ليصلون على معلم الناس الخير"

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلي أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع اساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودآ كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد...

وقبل أن نمضي تقدم اسمى آيات الشكر والإمتنان والتقدير والمحبة إلي الذين حملوا أقدس رساله في الحياة...

إلي الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة...

إلي جميع أساتذتنا الأفاضل

فهرس الموضوعات :

#	الموضوع	رقم الصفحة

	الآية	
	الإهداء	i
	الشكر والعرفان	ii
	فهرس الموضوعات	iii
	فهرس الأشكال	iv
	المستخلص	v
	Abstract	vii
	الفصل الأول: المقدمة	
١-١	تمهيد	٢
١-٢	مشكلة البحث	٣
١-٣	أهداف البحث	٣
١-٤	أهمية البحث	٣
١-٥	منهجية البحث	٤
١-٦	بنية البحث	٤
	الفصل الثاني: الإطار النظري	
٢-١	النواقل الكهربائية	٦
٢-٢	الموصلات الكهربائية	٧
٢-٣	متطلبات الموصلات	٧
٢-٤	تصنيف الموصلات الكهربائية	٩
٢-٥	تطبيقات الموصلات واستخدامها	١٠
٢-٦	الكابلات الكهربائية	١٠
٢-٧	المواد المستخدمة في صناعة الكوابل	١١
٢-٨	أنواع الكوابل	١٢
٢-٩	تركيب الكابلات الكهربائية	١٤
٢-١٠	مشاكل الكوابل والأعطال	١٥
٢-١١	أجهزة القياس	١٦
٢-١٢	طرق القياس	١٨
٢-١٣	أجهزة تستخدم للقياس المبدئي لمسافة العطل	١٩
	الفصل الثالث: النظام المقترح	
٣-١	مكونات الدائرة	٣١

٢-٣	المخطط الصندوقي	٣٦
٣-٣	أدوات النمزجة	٣٨
٤-٣	القياسات	٣٩
	الفصل الرابع: الخاتمة والتوصيات	
١-٤	النتائج	٤١
٢-٤	التوصيات	٤١
	الخاتمة	٤٢

(iii)

فهرس الأشكال

رقم الشكل	اسم الشكل	رقم الصفحة
1-2	تركيب الكابل	١٥
2-2	شكل الموجه فى حالة القصر الصريح والقطع الصريح	٢٢
3-2	شكل الموجه في حالة وجود عطل قصر خلال مقاومة صغيرة	٢٢
4-2	شكل الموجه في حالة عدم وجود عطل	٢٣
5-2	شكل الموجه في حالةTsection	٢٣
6-2	شكل الموجه في حالة وجود عطل مع وصلةTsection	٢٤
7-2	شكل إنعكاس واحد في حالة عدم وجود عطل فى الكابل	٢٥
8-2	شكل إنعكاس عند العطل وعند نهاية العطل في حالة وجودعطل	٢٥
9-2	تحديد مسافة العطل بإستخدام القنطرة	٢٧
10-2	قنطرة الإتزان	٢٨
1-3	أجزاء ومكونات الاردوينو	٣٢
2-3	شاشة LCD	٣٤
3-3	منظم جهدLMD317	٣٥
٣-٤	الصمام الثنائي الباعث للضوء	٣٥
٣-٥	الشكل النهائي للدائرة	٣٧
٣-٦	تقليد النظام المقترح	٣٨

المستخلص :

النظام المقترح يهدف لتحديد مكان العطل بالتحديد باستخدام قانون أوم، عند تطبيق جهد منخفض من طرق التغذية باستخدام قانون أوم، عند تطبيق جهد مخنفض من طرق التغذية عند الكابل فإن التيار سيختلف تبعاً لموقع الخطأ في الكابل ويستخدم في ذلك الأردوينو الذي يعمل على تطوير البيانات الرقمية ويتم عرضها بالكيلومترات.

تتكون الدائرة من مجموعة من المقاومات التي تمثل طول الكابل بالكيلومترات، وحدوث خطأ عند مسافة معينة يعرض على جهة شاشة الأردوينو .

هذا المشروع معزز بواسطة قياس سعة الكابل التي يمكن بواسطتها تحديد مكان الخطأ بالكابل.

عند أخذ بعض القياسات بالدائرة نلاحظ أن عند مقارنة القيم الحقيقية مع القيم المقاسة نجد أن أخطاء الكابلات هو قياس المقاومات ذات القيمة المنخفضة وهو مبني على مصدر ثابت ١٠٠ مليي أمبير ويمكنه قياس المقاومات ذات القيمة المنخفضة جداً ٠,٠١ أوم. وهذه الدائرة يمكنها قياس مقاومتها حتى ٥٠ أوم وأقصى حد لطول كابل يمكن فحصه تصل ٢٥٠٠٠ متر .

Abstract:

The proposed system aims to determine the exact location of the holidays using Ohm's law. When applying a low voltage feeding method using Ohm's law, when using a reduced voltage feeding method on the cable, the current will vary depending on the fault location of the cable. Displayed in kilometers.

The circuit consists of a set of resistors that represent the length of the cable in kilometers, and an error at a certain distance is displayed on the side of the screen.

This project is enhanced by measuring the cable capacity by which the fault can be determined by the cable.

When we take some measurements in the circuit, we observe that when comparing the real values with the measured values, cable faults are the measurement of low-value resistors. It is based on a constant source of 100 mA and can measure resistors with a very low value of 0.01 ohms. This circuit can measure its resistance up to 50 ohms and maximum cable length can be checked up to 25,000 meters.

الفصل الأول

المقدمة

(1-1) تمهيد:

استخدمت الكوابل الكهربية في نقل وتوزيع الطاقة الكهربائية في المناطق المأهولة بالسكان سواء في المدن أو خارجها منذ بداية الطاقة الكهربائية ونقلها وتوزيعها في بريطانيا وأوروبا في أواخر القرن التاسع عشر وبالتحديد في العام 1890م عندما استخدم العالم فيرانتي الورق المشرب في عزل الموصلات.
ومن المعروف فإن هنالك طريقتان أساسيتان لنقل الطاقة الكهربائية إلى مناطق الاستهلاك وهاتان الطريقتان هما استخدام الخطوط الهوائية أو استخدام الكابلات تحت الأرض ويعتبر استخدام الخطوط الهوائية أكثر اقتصادية.

وآخر القرن العشرين هنالك ١% فقط من خطوط الطاقة الكهربائية تستخدم الكابلات إلا أن هذه النسبة في ازدياد ويرجع تفضيل استخدام الخطوط الهوائية علي استخدام الكابلات إلا أن تكلفة خطوط الكابلات تبلغ من 10 إلى 20 مرة تكلفة استخدام الخطوط الهوائية ذات الإمكانيات المتساوية, ولكن هذا الرقم قد قل كثيرا بحلول الألفية الثالثة, ففي عام ١٩٩٣م بدأت مؤسسة بحوث القدرة في الولايات المتحدة مشروعا يهدف إلي تقليل نفقات مد خطوط الكوابل بنسبه٥٠% و بحلول عام٢٠٠٠ تم تحقيق الهدف وأصبحت نسبة تكلفة نقل الطاقة باستخدام الكابلات إلي تكاليف نقلها باستخدام الخطوط الهوائية حوالي 5:1.

وتعتبر الأعطال في منظومة القوى الكهربائية هي كل ما يسبب تغير غير طبيعي في قيم التيار أو الجهد وأكثر ما يسبب ذلك عموما هو حدوث إنهيار في العزل الموجود على الموصلات بسبب ضغوط ميكانيكية أو كهربائية أو ربما نتيجة ظروف جوية أو بسبب تلامس مع الأرض أو حدوث تلامس بين خطين أو بين خط والأرض , إلى غير ذلك من الأسباب التي تؤدي إلى حدوث إنهيار لقيم العزل الأساسية ومن ثم تحدث تغيراً غير طبيعي في قيم التيار أو الجهد أو كلاهما في منظومة القوى الكهربية. كما قد يكون

العطل نتيجة فتح في الدائرة بسبب كسر في أحد موصلات الدائرة مثلا وقد يكون العطل أيضا نتيجة التحميل الزائد.

وأيضاً عرفت الأخطاء بأنها حدوث خطا في الدائرة الكهربائية سواء كبير أو صغير ويتسبب في حريق العوازل أو تدمير الأجهزة الكهربائية المركبة في الدائرة لذا يجيب عمل حماية في الدائرة الكهربائية. ومن الضروري معرفة نوع الخطأ في الكابل قبل إجراء الاختبارات اللازمة عليه وأخطاء الكابلات لا تعتمد علي جهد التشغيل .

(١-٢) مشكلة البحث:

تكمن أهمية البحث في صعوبة اكتشاف الأعطال وتحديد مكان العطل .

(1-٣) أهداف البحث:

تنفيذ جهاز فحص أعطال الكوابل الكهربائية بغرض تحديد الموصلية، وقراءة مقاومة الكابل اذا كان سليم، وتحديد مسافة العطل، والتحكم فيه يكون بواسطة اردوينو (Adriano) وذلك للاستفادة من تطبيقاته لتطوير الكثير من الأفكار والمشاريع المتعلقة بالتحكم الآلي بصورة سهله وبسيطة، ويمثل المشروع نموذج بسيط.

(1-4) أهمية البحث:

تكمن أهمية البحث في انه يوضح مفهوم القياس وأنواعه وتركيباته وطرق معالجة الأعطال وإيجاد الحلول في الأعطال المتكررة للكوابل.

(1-5) منهجية البحث:

تم جمع المعلومات الكافية عن كل المكونات وكيفية عملها ، بحيث يتم وضع اعتبار لتصميم دائرة التحكم ومناقشتها . ومن ثم عمل محاكاة للدائرة في برنامج PROTEUS ، بعد التأكد من صحة التصميم يتم عمل دائرة لوحة الطباعة (PCB) مع تجميع المكونات، ثم عمل اختبار للدائرة

(1-6) بنية البحث :

يتكون هذا البحث من خمسة فصول تم ترتيبها كما يلي:

الفصل الأول يحتوي على المقدمة، الهدف من البحث، المنهجية التي تم إتباعها في البحث. الفصل الثاني يوضح هذا الفصل الإطار النظري، يتحدث عن النواقل الكهربائية، الموصلات، الكوابل الكهربية، أعطالها، أجهزة القياس . الفصل الثالث يوضح هذا الفصل وصفاً للمكونات الرئيسية المستعملة في هذا المقترح .الفصل الرابع يوضح هذا الفصل تصميم النظام الذي يصف كيفية الربط بين المكونات. الفصل الخامس يناقش هذا الفصل تحليل النتائج ويلخص الخاتمة العامة للبحث والتوصيات.

الفصل الثاني

الإطار النظري

الفصل الثاني

الإطار النظري

(2-1) النواقل الكهربائية:

إن عملية نقل التيار الكهربائي من محطات التوليد إلى محطات التوزيع إلى الشبكات إلى الاستهلاك وحتى في التمديدات المنزلية والصناعية نستخدم النواقل الكهربائية لذلك(الأسلاك الكهربائية).

من المتعارف عليه بان كل المواد تحتوى في تكوينها على ذرات والمواد التي تعتبر ناقلة هي التي تحتوى في ذراتها على الكترونات حرة وبإعداد كبيرة والمواد الغير ناقلة هي التي لا يوجد في ذراتها الكترونات حرة .

فالالكترونات هي التي تقوم بمهمة النقل لذلك هي ناقلة لأنها تمرر التيار بسهوله ويسر وبسرعة من خلال الالكترونات الحرة، كل ما كانت الالكترونات كثيرة كانت الناقلية أفضل، ومن النواقل الجيدة التى تحتوى على الكترونات حرة وكثيرة في الذرات هي المواد الناقلة ومنها(الفضة- النحاس- الألمنيوم- الحديد- الذهب) ويعتبر أكثر النواقل استخداما في الأعمال الكهربائية النحاس وأفضلها النحاس الأحمر.

ومن أنواع النواقل التي تستخدم في نقل القدرة الألمنيوم وهو من المواد الناقلة ولكنه أقل جودة فى النقل من النحاس ولكن يستخدم الألمنيوم في شبكات التوتر العالي والمتوسط والذي يمتد لمسافات طويلة وذلك لما يتمتع به من خفة الوزن وعدم التأكسد. بينما المواد العازلة التي لا تسمح للتيار بحرية المرور والحركة بيسر وسهولة والتي لا تحتوى ذراتها على الكترونات كثيرة منها(البلاستيك- الخشب الجاف- الزجاج ف- الفيبر).

(2-1-1) تحديد مقطع الناقل المناسب حسب استطاعته لحمل التيار كما يلى:

- حساب التيار الممكن مروره ي الناقل حسب الاستطاعة المطلوبة.
- تحديد عوامل التصحيح المناسبة لظروف عمل وتمديد الناقل مثل عامل التصحيح حسب درجة حرارة الوسط، عامل التصحيح حسب طريقة التمديد،عامل التصيح حسب نسبة تحميل النواقل.
- تعديل استطاعة المقاطع لحمل التيار حسب عوامل التصحيح المناسبة.

- تجديد المقطع اللازم بحيث تكون استطاعته المعدلة لحمل التيار أكبر من التيار الممكن مروره في الناقل.
- التأكد من هبوط الجهد وعدم تجاوزه للحدود المسموحة.

(2-2) الموصلات الكهربائية (electrical conductors):

هي نواقل مؤلفة من معدن واحد أو خليطة من عدة معادن (لها متطلبات وشروط عند استخدامها) يمر التيار الكهربائي خلالها من طرف إلى آخر، وتكون هذه النواقل أحد الأجزاء الرئيسية في الدارة الكهربائية أو الإلكترونية بهدف نهائي هو القيام بعملية أو عمل ما (إنارة، تسخين، تدوير محركات، تصنيع). وتتمايز النواقل بعضها عن بعض بما يسمّى المقاومة الكهربائية لمرور التيار عبرها.

تنقسم الموصلات عامة إلى:

- موصلات ذات ناقلية عالية(high conductivity) تبدي مقاومة جداً منخفضة لمرور التيار الكهربائي.
- موصلات ذات مقاومة عالية(high resistivity) تبدي مقاومة عالية لمرور التيار عبرها.

(2-3) متطلبات الموصلات :

المتطلبات الأساسية للموصلات هي الآتية:

i. **المقاومة النوعية :** وهي المقاومة التي يبديها الموصل لواحدة الطول في واحدة المقطع، ولها علاقة بنوع معدن الموصل، فهناك مواد ذات مقاومة نوعية عالية كالزئبق (0.958)، ومنها منخفضة كالفضة (0.018)، وللشوائب المتواجدة ضمن معدن هذا الموصل في ذاك دور كبير في تحديد قيمة المقاومة النوعية. وفي العديد من التطبيقات يُعمد أحياناً إلى إشابة المعدن بهدف زيادة أو إنقاص المقاومة النوعية كما هي الحال في خليطة الحديد سيليسيوم المستخدمة في (الصفائح الحديدية) المستعملة في المحولات الكهربائية.

ii. **الكثافة الكهربائية (مقدرة بالآمبير):** وهى شدة التيار الكهربائي المسموحة (مقدرة بالأمبير) خلال وحدة المقاطع (مقدرة بالمم) ويرمز لها بالرمز:

$$j = \frac{I}{A}$$

تمثل j الكثافة الكهربائية.

تمثل I شدة التيار الكهربائي

تمثل A مساحة المقطع ووحداتها:

$$[\frac{A}{mm^2}]$$

iii. **معامل المقاومة الحراري α** .ويعبِّر عن تغيّر قيمة المقاومة النوعية ومن ثم المقاومة مع تغيّر درجة الحرارة درجة مئوية واحدة، ويكون سالباً في الفحم، ويكون ثابتاً في بعض خلائط الحديد كالكونستنتان، وموجباً في بقية المعادن. وكما هو معلوم فإن قيمه المقاومة تتغير عند تغيّر درجة الحرارة عن درجة الحرارة البدائية والتي غالباً ما تعد عند ٢٠درجة مئوية.

iv. **متانة الشدّ والضغط والفتل** وتعرض بعض الموصلات في أثناء بعض التطبيقات لإجهادات شد أو ضغط أو فتل فإنه يجب أن تحقق هذه الموصلات (تبعاً لنوعية التطبيق) حداً معيناً يجري حسابه كإجهاد .

v. **إمكانية السحب والتشكيل:** في كثير من التطبيقات يتطلب أن يكون لدى الموصل إمكانية للسحب والتشكيل وعدم الانقصاف (دارات مطبوعة، أسلاك نحاسية رفيعة، مجمعات الآلات الكهربائية، أقطاب اللحام) .

(2-4) تصنيف الموصلات الكهربائية:

- **معزولة أم غير معزولة** : الموصلات الكهربائية المعزولة على اختلافها كالكابلات بمختلف أنواعها وتقسيماتها وتصنيفاتها (اتصالات، تحكم، شبكات حاسوبية) المستخدمة في شبكات التيار الضعيف، وفى شبكات التيار القوي وفي شبكات عالية التوتر. وتصنَّف تبعاً للمادة العازلة ككابلات الموصلات المعزولة بالبولى إيتلين المشبك، أو الموصلات الكهربائية العارية كالامراس النحاسية أو الألمنيوم وغيرها.
- **حسب نوع المعدن المستخدم** : كالموصلات النحاسية (الأمراس) أو الألمنيوم وخلائطهما وغيرها.
- **حسب الشكل الهندسي لمقطع الموصلات:**

مستطيلة المقطع كالبارات النحاسية المستخدمة في اللوحات الكهربائية الفرعية أو الرئيسة.

دائرية وهي التي تستخدم كثيراً بالكابلات والنواقل على شكل صفائح رقيقة جدا تستخدم بالدارات المطبوعة .

- **حسب نوع مقطع الموصلات (الكابلات)** :

يتكون الناقل من عدد من الموصلات الشعرية ذات المقاطع الصغيرة، يُجدل بعضها مع بعض لتشكيل الموصل الرئيس (كما في أسلاك التوصيل للاستخدامات المنزلية) منفردة أو حول نواة أو محور، وله تطبيقات واسعة.

(2-5) تطبيقات الموصلات واستخداماتها:

تُستخدم الموصلات على اختلافها على نحو واسع في نواحي الحياة كافة، فهي تستخدم في التمديدات (أسلاك التوصيل) المنزلية، وفي كثير من التجهيزات كتماسات القواطع والمفاتيح الكهربائية، وفي الآلات الدوَّارة كحلقات انزلاق، وكمجمعات نحاسية

ونواقل توضَّع ضمن المجاري بالجزء الثابت والمتحرك، وفي نقاط التوصيل والمآخذ وقوابس (جاكات) وأقطاب التوصيل وفيش البنان.

في الدارات المطبوعة وفي الحاكمات (الريليات) والكابلات وفي المصابيح المختلفة، وفي المكثفات وفي كثير من الأجهزة المنزلية والصناعية وغيرها. وتستخدم المعادن (النواقل) في خلائط المزدوجات الحرارية كخلائط كالكونستنتان (خليطة حديد ونحاس) والمنغانين (حديد ومنغنيز ومعادن غيرها) والنيكلين (حديد ونيكل وغيرهم)، وخلائط مقاومات التسخين كالكرومال والنيكروم والموصلات المستخدمة بشمعات الاحتراق.

(2-6) الكابلات الكهربائية:

هنالك العديد من التعريفات للكابلات منها ما يلي :

- الكابلات وهي وسيلة من وسائل نقل القدرة وتوزيعها من مناطق التوليد إلى مناطق الاستهلاك كما أن الخطوط الهوائية وسيلة أخرى من وسائل نقل القدرة .
- هي وصل من النحاس أو الألومونيوم معزول بخامة عزل مناسبة لاستخدامه في نقل القدرة الكهربية من مكان لآخر.
- هي موصل يستخدم في نقل الطاقة الكهربية أو نقل الإشارات في تقنية الاتصالات وفي تقنية التردد العالي .
- يطلق مصطلح كابل على المغذيات الرئيسية التي تغذي لوحات التوزيع والكابلات الكهربائية هي إحدى الوسائل التي تستخدم لنقل وتوزيع الطاقة الكهربية.
- هي مجموعة من موصلات معزولة ومغلقة بمادة عازلة وواقية , ويكون عادة إما موصلين أو ثلاثة أو أربعة موصلات أو أكثر من ذلك كما في كابلات التحكم مثلاً .

وتكون الكابلات في احدي الصور الآتية :

- كابل من موصلات معزولة ومغلقة بالترمو بلاستيك .
- كابل من موصلات معزولة بالمطاط ومغلقة بالترموبلاستيك.
- كابل مسلح من موصلات معزولة ومغلقة بالترمو بلاستيك ثم غلاف من شرائح الصلب لوقاية الكابل من الصدمات الميكانيكية والاحتكاك خاصة عند وضعه تحت الطريق.

(2-7) المواد المستخدمة في صناعة الكوابل:

يعتبر النحاس هو المادة التقليدية التي شاع استخدامها في موصلات الكابلات، ولابد أن يكون على درجة عالية جدا من النقاء ولذلك يتم تحسين درجة نقائه بالمعالجة الالكترونية حتى تصبح نسبة النحاس فيه % 99.9 ونظرا للارتفاع الكبير في ثمن النحاس خصوصا في الخمسين سنة الأخيرة فقد شاع استخدام الألمونيوم بدل من النحاس كموصل في كابلات القدرة، ومن عيوب الألمونيوم الأساسية والتي تم استخدامه بدلا من النحاس في البداية هي صعوبة لحام الألمونيوم ولقد تم التغلب على هذه الصعوبة مما أدى إلى استخدام الألمونيوم على نطاق واسع في كابلات القدرة وبالتالي انخفاض كبير في تكلفة صناعة هذه الكابلات، ويصنف الألمونيوم كرابع معدن بعد الفضة والنحاس والذهب بالنسبة للموصلية الكهربائية . ولقد تم التغلب على هذه الصعوبة مما أدى إلى استخدام الألمونيوم على نطاق واسع في كابلات القدرة وبالتالي انخفاض كبير في تكلفة صناعة هذه الكبلات، ويصنف الألمونيوم كرابع معدن بعد الفضة والنحاس والذهب بالنسبة للموصلية الكهربائية حيث تبلغ موصليته ثلثي موصلية النحاس، ولكن كثافة الألمونيوم تبلغ % 30 فقط من كثافة النحاس ، وبالتالي فإن موصل مصنوع من الالمونيوم العالي النقاء يمكنه حمل ضعف القدرة التي يحملها موصل من النحاس له نفس الوزن .

(2-8) أنواع الكوابل:

للكابلات أنواع عديدة يمكن تصنيفها على أسس متعددة مثل جهد التشغيل أو نوع الموصل أو نوع العازل أو عدد (CORES) في الكابل الواحد، وكذلك يمكن أن تصنف حسب مجال استخدامها.

(2-8-1)التصنيف حسب جهد التشغيل:

- كابلات الجهد العالي (اعلي من 66KV) .
- كابلات الجهد المتوسط (اعلي من3.3KV).
- كابلات الجهد المنخفض.

مع العلم أنه لا يوجد أتفاق عالمي على قيم محددة لهذه التصنيفات وربما تختلف من مكان لآخر لكن أهم ما يميز كابلات الجهد العالي هو تعقد التصميم مقارنة بالكابلات الأخرى نتيجة الحاجة لكفاءة عزل عالية جدا، والحاجة لأساليب تبريد أكثر كفاءة فارتفاع الجهد والتيار يؤديان إلى ارتفاع قيمة المفقودات(LOSSES) سواء خلال الموصل أو خلال العوازل ، وهذا بالطبع سيؤدى الى ارتفاع فى درجة حرارة الكابل.

(2-8-2) التصنيف حسب نوع الموصل:

هناك نوعان من الموصلات هما النحاس والألمنيوم وكلاهما جيد التوصيل الكهربي وإن كان النحاس أفضل حيث يصل معامل التوصيل له إلى 1.724 مايكرو أوم .

مقارنة بمعامل التوصيل للألمنيوم الذي يصل إلى أقل من نصف هذا الرقم غير أن الألمنيوم يتميز بأنه أرخص سعرا وأخف وزناً حيث تصل كثافة الألمنيوم النوعية إلى أقل من ثلث كثافة النحاس النوعية ولكن من عيوب استخدام الألمنيوم هو تكون طبقة رقيقة صلدة من أكسيد الألمنيوم على سطح الموصل ورغم أن هذه الطبقة من جهة تحمى الموصل من التآكل لكنها من جهة أخرى تتسبب في مشاكل عديدة في عمليات اللحام وتركيب الكابل .

ويجب ملاحظة أن وجود عناصر أخرى مدفونة تحت الأرض بجوار كابلات الألمونيوم ولها أنودية أقل من الألمنيوم مثل النحاس أو الرصاص قد تساعد في عملية تآكل كابلات الألمنيوم، وتظهر هذه المشكلة و بوضوح عند تركيب كابلات الألمنيوم على بارات نحاس داخل لوحة التوزيع ، حيث يبدأ بعد فترة حدوث تآكل في الألمنيوم ولذا نستخدم ما يسمى(BI–METAL GLAND) لمنع حدوث هذه المشكلة داخل لوحات التوزيع والـ(BI– META–GLAND) هي عبارة عن وصلة معدنية خاصة مصممة للاستعمال بين معدنين مختلفين.

(2–8–3) التصنيف حسب نوع العازل:

في الكابلات المستخدمة في التمديدات الكهربية تكون المادة العازلة غالبا إحدى المواد البوليميرية مثل:

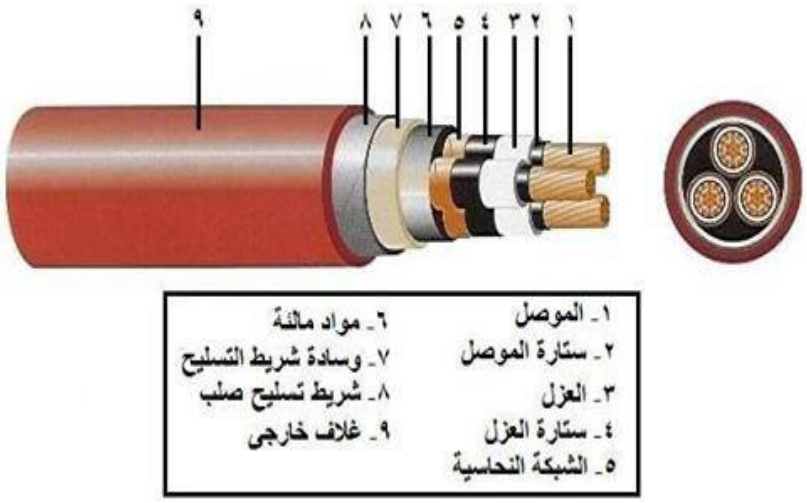
- البولى فينيل كلوريد ويتميز بخواص كهربية ممتازة عند الجهد المنخفض ودرجات الحرارة المنخفضة إلى جانب رخص ثمنه.
- البولى إثيلين التشابكى ويتميز بمقاومة عالية للرطوبة وتحمل درجات الحرارة المرتفعة وتحمل حالات القصر والتحميل الزائد، وهو أصلد العوازل المعروفة ولذا لا يحتاج غالبا إلى التسليح إلا عند توقع تعرضه لإجهادات ميكانيكية.
- العوازل المطاطية وأهمها الايثيلين بروبلين المطاط مقاوم للماء لكنه لا يقاوم النفط و البنزين.

(2–9) تركيب الكابلات الكهربائية:

تتركب الكابلات من :

- الموصل Conductor
- ستارة الموصل Conductor Screen
- العزل Insulation
- ستارة العازل Insulation Screen

- الشبكة النحاسية Copper Screen or Shield
- المواد المالئة Filling Materials
- التسليحArmoring
- الغلاف الخارجي للعازلJacket or Over Sheath



الشكل رقم (2-1):يوضح تركيب الكابل

(2-10) مشاكل الكوابل والأعطال:

أعطال الكابلات: من الضروري معرفة نوع الخطأ في الكابل قبل إجراء الاختبارات اللازمة عليه وأخطاء الكابلات لا تعتمد علي جهد التشغيل فهي نفسها في كابلات الجهد المتوسط والجهد المنخفض كما أن الأجهزة التي تقوم بتحديد الأعطال لا تعتمد على جهد التشغيل .

وسيتم التعرف على الأنواع المختلفة للأعطال وأسباب حدوثها وكيفية معالجتها وكيفية تجنبها:

أنواع الأعطال:

- نتيجة عوامل ميكانيكية .
- نتيجة عوامل كهربائية وكيميائية .

- نتيجة سوء الصناعة .
- نتيجة اللحامات والتوصيلات .
- نتيجة سوء التحميل .
- نتيجة سوء المد.

(2-10-١) مشكلات الكابلات:

هنالك العديد من المشاكل المتعلقة بالكوابل نذكر منها:

i. الفقد في القدرة المنقولة (power losses):

القدرة الكهربائية)Electric power(المنقولة عبر أي كابل تتعرض لتناقص في قيمتها نتيجة لعدة عوامل منها:

- الفقد بسب بمقاومة الموصل R وتقدر قيمة هذا الفقد من المعادلة(pless=I*R)
- بمعني انه كلما زادت مقاومة الكابل كلما ارتفعت قيمة الفقد في القدرة.
- أيضاً هنالك مفقودات في القدرة خلال العازل المحيط بالموصل.

ii. التيارات المتسربة:

هنالك نوع آخر من المشاكل، لكنه يتعلق هذه المرة بالتيار مباشرة .حيث تعتبر ظاهرة طبقات العازل التي تحيط بموصل الكابل من المشاكل السلبية التي تظهر بوضوح في الكابلات، ويسمي هذا التيار بتيار الشحن.

iii. تغيير مقاومة الكابل:

ومن مشاكل الكابلات أيضا ارتفاع قيمة مقاومة السلك في دوائر التيار المتردد يسبب ميل التيار للمرور في أطراف الكابل الخارجية ومن ثم تصبح المساحة الفعلية لمقطع التأثير السطحي الموصل التي يمر بها تيار كهربائيا صغر، وتسمي هذه الظاهرة بظاهرة (Skin Effect) .

(2-11) أجهزة القياس

يعرف علم القياس بأنه علم إجراء عملية القياس بحيث تشمل كلا التعيينات النظرية والتجريبية عند أي نسبة خطأ في أي من مجالات العلم والتقنية. وعلم القياس ذو مجال واسع يمكن تقسيمه إلي ثلاث أقسام متساوية:

- **علم القياس الأساسي أو العلمي:**

ويهتم بالحسابات الكمية، وأنظمة الوحدات، وحدات القياس، وتطوير طرق القياس الجديدة، تحقيق معايير القياس، وإمكانية نقل إجراءات القياس وتداولها بين المستخدمين والمؤسسات الضابطة للمعايير.

- **علم القياس التطبيقي أو الصناعي:**

يهتم بتطبيق علم القياس في عمليات الإنتاج والعمليات الأخرى واستخدامها في الصناعة، مراعيا أن تكون أدوات القياس مناسبة الاستخدام. كما يهتم بمعايرة الأدورات وضبط نوعية القياسات.

- **علم القياس القانوني:**

يهتم بانتظام متطلبات القياسات وأدوات القياس من أجل الأمن الصحي، والبيئي، مساعدا على تقييم الضرائب، وحماية المستهلكين والتبادل الحر.

إن لعلم القياس يكمن في مرجعية عملية القياس (traceability)، والتي تعرف بأنها "خاصية لنتيجة عملية القياس أو لقيمة المعيار والتي يمكن وفقا لها ربطها بمرجع محدد، تكون عادة هي المعايير الوطنية أو الدولية، وذلك وفق سلسلة متواصلة من المقارنات ذات النسب المعروفة من الأخطاء". مستوى المرجعية يحدد مستوى قابلية القياس للمقارنة؛ هل يمكن مقارنة النتيجة مع نتيجة سابقة أخذت منذ سنة خلت، أو مع نتيجة قياس أجري في مكان آخر في العالم.

نحصل على المرجعية غالبا بالمعايرة، وهي إنشاء علاقة بين إشارة أداة القياس و قيمة معيار القياس. وتنسق المخابر الوطنية هذه المعايير، مثل المعهد الوطني للقياس والتقنية في أمريكا، ومخبر الفيزياء الوطني في إنكلترا .

إن المرجعية، والدقة والضبط، والانحراف النظامي (systematic bias)، وتقدير نسبة الخطأ في القياس هي أجزاء أساسية في نظام إدارة الجودة.

(2-12) طرق القياس:

تنقسم طرق القياس إلى:

i. طرق مباشرة :

تتميز بخاصة القياس التي يُحصل فيها على النتيجة فوراً عند تأثير المقدار المجهول في دخل الجهاز أو المنظومة، وهي تنقسم، بحسب التقنية المستخدمة في إظهار النتيجة، إلى الطريقة التمثيلية (analogue method) والطريقة الرقمية (digital method)، أما الطريقة التمثيلية فتتميز بعلاقة معروفة بين مقداري دخل الجهاز وخرجه فيكون هذان ممثّليْن توابع زمنيةً مستمرةً (غير منقطعة) أي أنهما متماثلان. وأما الطريقة الرقمية فتتميز بعلاقة ربط معروفة بين قيمتي دخل الجهاز وخرجه إلا أن مقدار الخرج تابع زمني منقطع أي إن إشارة الخرج منقطعة زمنياً وتعطي النتائج أرقاماً على لوحة إظهارها.

ii.الطريقة غير المباشرة:

فعند تأثير المقدار الفيزيائي المراد قياسه فإن الجهاز لا يعطي النتيجة فوراً وإنما يقارنه مع القيم المعيارية، ويجري حساب المقدار المجهول بوساطة علاقة تربط بين القيم ربطاً غير مباشر، ومن أهمها طريقة المقارنة التي تقوم على أسلوب التبديل(substitution method(أي بمبادلة المقدار المجهول بآخر معلوم بعد مقارنة كل منهما إفرادياً بالمعيار، أو على الأسلوب الصفري)(null method الذي يعتمد على المقارنة بالمقدار المجهول والمعايير في آن واحد حتى الحصول على صفر جهاز المقارنة أي مساواة الأول والثاني ويسمى

عادة بحالة التوازن، ويسمى جهاز المقارنة هذا عادة بالكاشف الصفري (null detector). ولكن لا يمكن في بعض الحالات التوصل إلى التوازن الكامل، لذلك يقاس الفرق الأصغري بينهما وتسمى بالطريقة التفاضلية، أما جهاز الكاشف فيسمى في هذه الحالة بكاشف الخطأ (error detector).

وتتأثر عملية القياس بالشروط المحيطة من درجات الحرارة والرطوبة والمؤثرات الفيزيائية الخارجية. ويراعى، لتوفير الدقة في عملية القياس، أن تتم هذه العملية في الشروط النظامية التي تحددها الأنظمة المعتمدة في الدولة أو النظم الدولية.

وأجهزة القياس الكهربائية هي وسائل تقنية إشارة دخلها كهربائية. وهي تقارن بين القيم المجهولة المراد قياسها والقيم المعيارية المعتبرة بعلاقة ربط معروفة بين إشارتي الدخل والخرج،

وتتعين اعتماداً على النظرية الديناميكية الكهربائية أي بتأثير الطاقة الكهربائية، وأبسط أشكالها تسمى المقاييس الكهربائية، وقد تتألف من عدة تجهيزات قياس، ومنها وسائل التحسس وغيرها، لتكوّن منظومة قياس مستقلة قادرة على التحكم في عملية القياس وتنظيمها ومراقبة القيم المختلفة.

(2-13) أجهزة تستخدم للقياس المبدئي لمسافة العطل:

توجد عدة أجهزة تستخدم لقياس مسافة العطل بنسبة خطأ معقولة لكنها لا تعطى مكان العطل بدقة متناهية

وإنما فقط تقربك من مكان العطل تمهيد الاستخدام نوع آخر من الأجهزة للتحديد الدقيق لمكان العطل.

ومن الأجهزة التي تعطى فقط مسافة العطل:-

(2-13-1) جهاز صدى النبضة(الرادار)(Pulse Echo)

تقوم فكرة هذه الأجهزة على أنها ترسل الطاقة الكهربية على هيئة نبضات ثم تنعكس الطاقة عند نقط عدم الاتصال (Discontinuity).

وعند دفع نبضات كهربية في بداية الكابل فإن الطاقة الكهربية لهذه النبضة تنتقلد إخلال كابل بسرعة تقل قليلا عن سرعة الضوء الذي تسير به لو مرت في وسط ليس به عزل، والسبب في ذلك أن التيارات خلال سيرها في الموصل تقوم بشحن مكثفات العزل، وبالتالي تتأثر بوجود العزل من عدمه، كما تتأثر بالطبع بقيمة المسافة بين النقطتين.

قد يصاحب حركة النبضات حدوث شراره كهربية مع صوت فرقعة، وهذا الصوت يتم سماعه من خلال جهاز الاستقبال الذي يتمثل في السماعة التي تستخدم مع أجهزة التحديد الدقيق.

كيفية تحديد مسافة العطل باستخدام Pulse Echo:-

تعتمد هذه الطريقة على مبدأ انعكاس النبضات الكهربية(Time Domain Reflectometry) وهو نفس المبدأ الذي يعمل عليه الرادار .

فمن المعروف أن الموجات الكهربية (Traveling Waves) مثل الموجات أو النبضات الكهربية تنتقل على الموصلات الهوائية بسرعة الضوء بينما تنتقل على الموصلات التي بداخل الكابلات بسرعة قدرها

$$v = c / \sqrt{\in r}$$

حيثcهي سرعة الضوء في الفضاء

حيث$\in r$ السماحية النسبية لمادة العازل وينعكس جزء من الموجة المتنقلة عند نقط التحول (transition point) وهي النقط التي تتغير عندها المعاوقة المميزة للكابل . وتسمى النقطة التي يقع عندها الخطأ أو العطل بنقطة تحول. ومعامل الانكسار عند هذه النقطة بصفة عامة هو:

$$\rho = Z2 - Z1 / Z2 + Z1$$

حيث:

Z1 :المعاوقة قبل نقطة التحول.

Z2 : معاوقة نقطة التحول عند الخرج.

وإذا في الكابل اعتبرنا أن العطل له مقاومة RF فإن المعاوقة عند نقطة التحول هي:

$$Z2=Rf*Z1/Rf+Z1$$

ويصبح عامل الانعكاس:

$$\rho=-Z12Rf+Z1$$

ومن ثم فعند حدوث (short) على الموصل فإنZ2 Z2 =R ومن ثم تكون :

$$\rho=-1$$

(وعند حدوث Open Circuit في الموصل تكون)Z٢=∞ تكون : ومن ثم

$$\rho=+1$$

- تصنيف الأعطال بالنسبة لجهاز الـ Pulse Echo:-

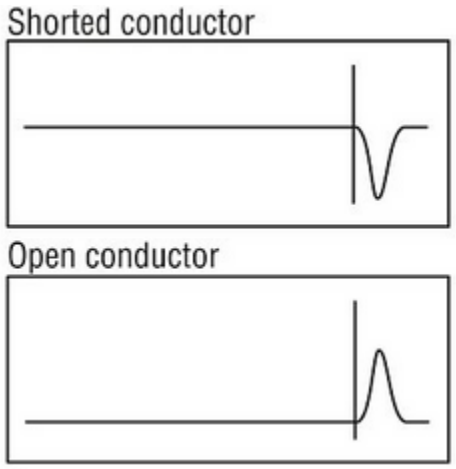
إذا كانت مقاومة العطل صغيرة تكون الموجة المنعكسة سالبة وقوية، وإذا كانت المقاومة كبيرة فالموجة المنعكسة تكون موجبة وقوية .

في حالة القصر (short circuit) تنعكس الموجة بأكملها بالسالب.

في حالة القطع (open circuit) تنعكس الموجة بأكملها بالموجب.

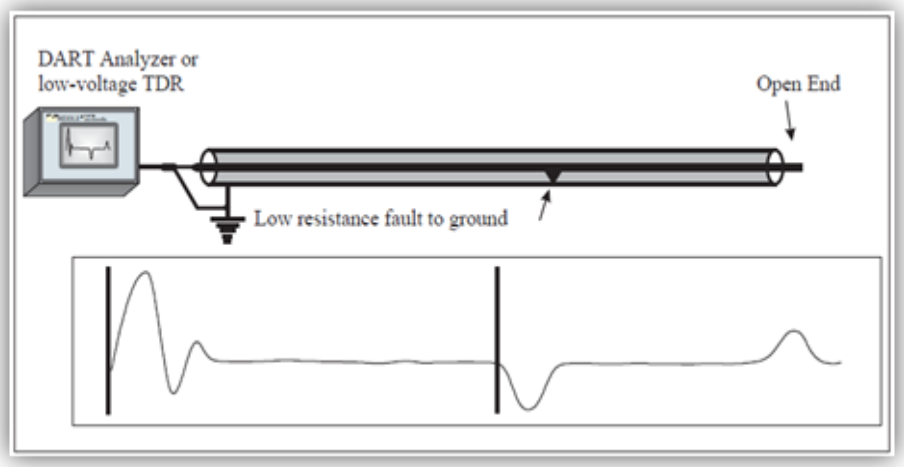
وبالتالي يمكن أن نفهم أشكال الموجات التي تخرج من الجهاز في الحالات التالية :

الحالات القصر الصريح، بدون مقاومة، وحالات القطع الصريح



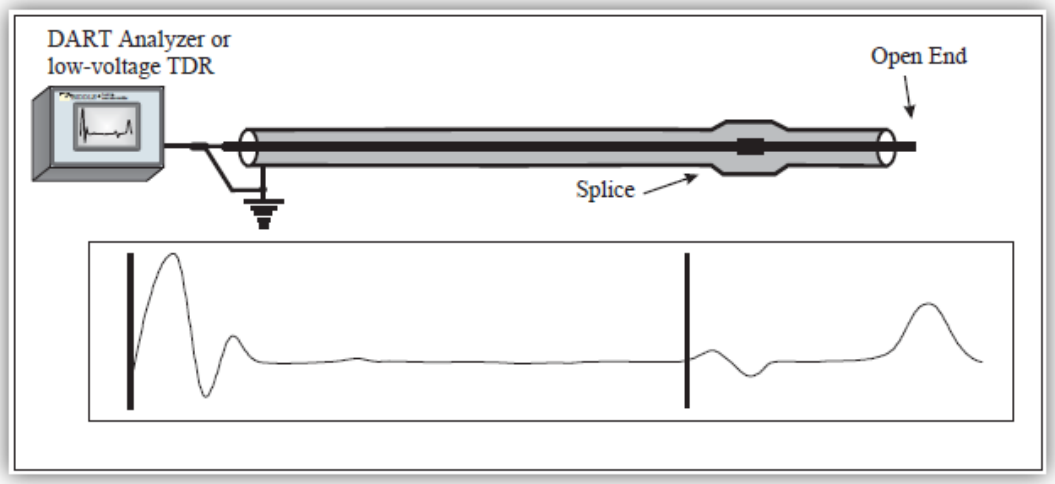
شكل رقم (2–2): يوضح شكل الموجه في حالة القصر الصريح والقطع الصريح

في حالة وجود عطل قصر خلال مقاومة صغيرة يكون الشكل الناتج



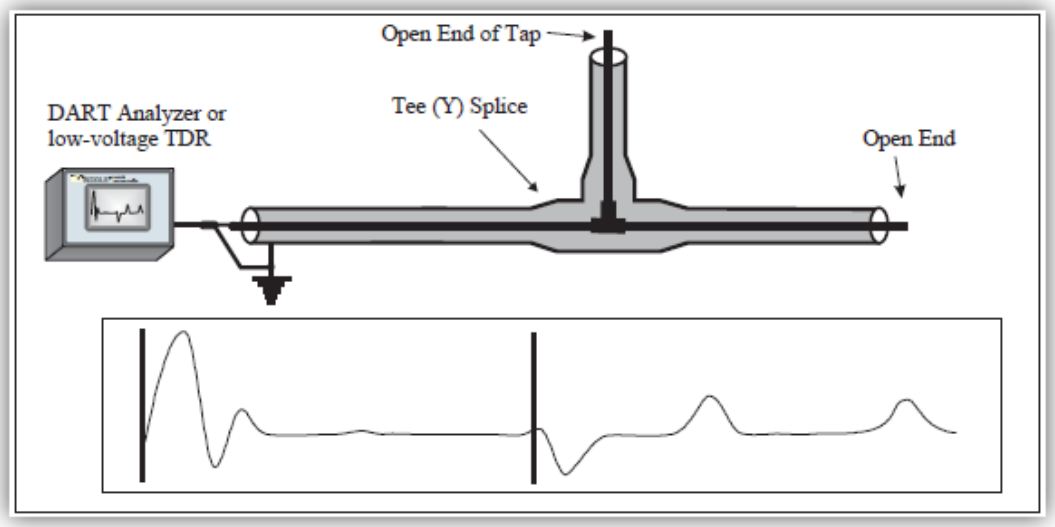
شكل رقم (2–3): يوضح شكل الموجه في حالة وجود عطل قصر خلال مقاومة صغيرة

وفى حالة عدم وجود عطل يكون كما يلي والانعكاس هنا بسبب نهاية الكابل وليس بسبب قطع فيه، أما في حالة وجود وصلات فيكون كما يلي:-



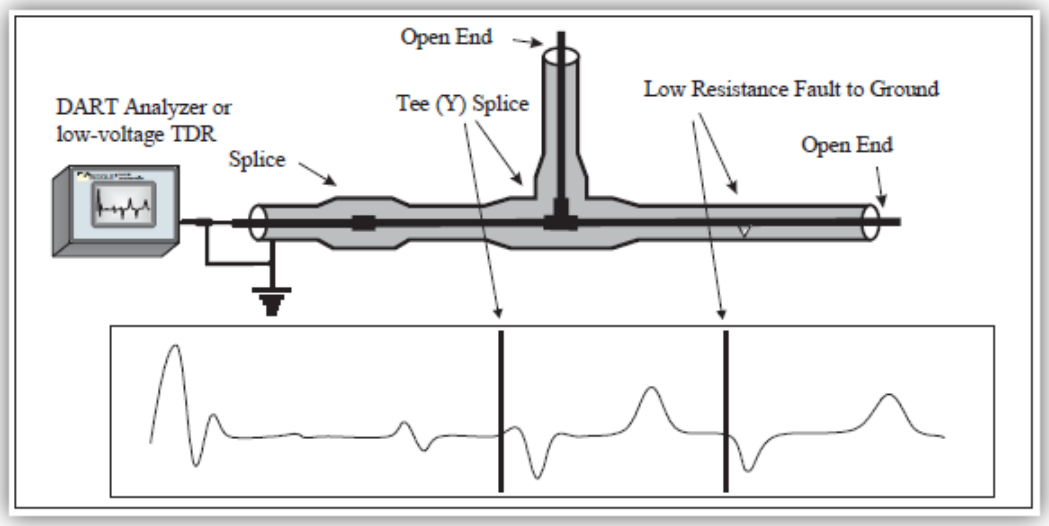
شكل رقم (2-4): يوضح شكل الموجه في حالة عدم وجود عطل

وفى حالة وجود T section يكون كما يلي:-



شكل رقم(2-5): يوضح شكل الموجه في حالة T section

وأخيرا، في حالة وجود عطل مع وصلة مع T section يكون كما يلي:-



شكل رقم(2-6):يوضح شكل الموجه في حالة وجود عطل مع وصلةT section

(2-13-2) جهاز(TDR)

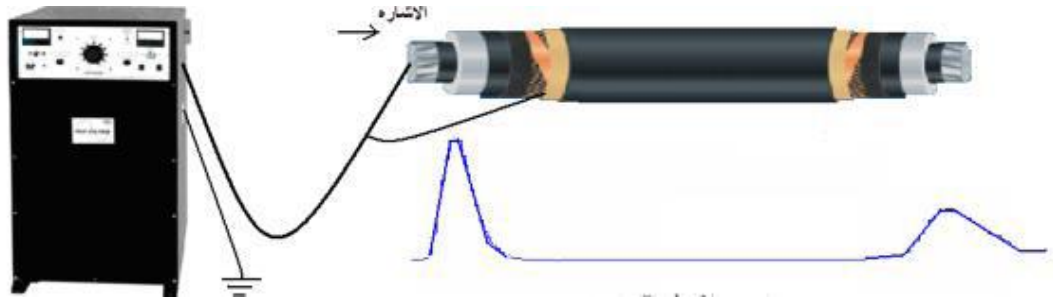
(Time Domain Reflectometry)

فيه يتم إرسال موجه من أحد طرفي الكابل المعزول عن الشبكة بينما يتم فصل الطرف الآخر تماما عن الشبكة الكهربية وبتحديد أماكن أعطال وتحديد مسار الكابلات باستخدام هذه الطريقة ويمكن أيضا قياس الطول الفعلي للكابل أن لم يكن هناك عطل به .

يكون استخدام (TDR) في حالة كون مقاومة العطل تساوى صفر أي وجود (Short) بالكابل أدى إلى عمل لحامه و الحل الوحيد، حيث في تلك الحالة لا يوجد فلاش أوشرارة ولا يستطيع جهاز السماعة سماع صوت الموجة المرتدة، وبالمثل في حالة وجود فتح بالكابل حيث أيضا لا يوجد انعكاس ولا نستطيع سماع

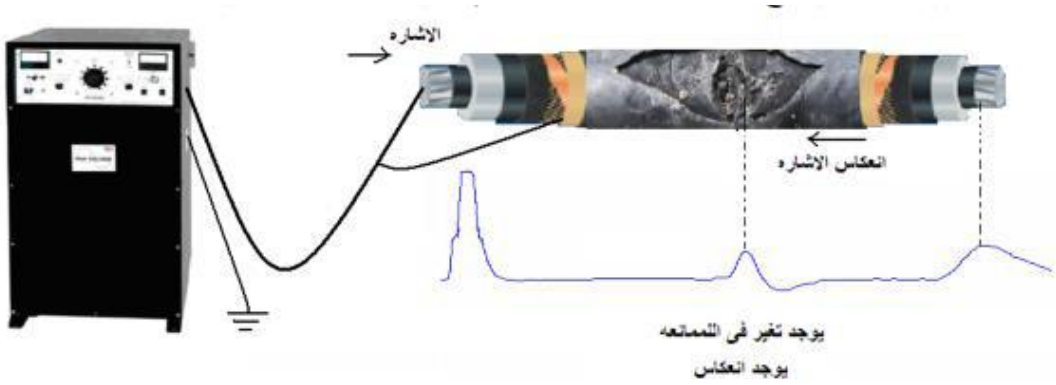
صوت الموجة، ولذلك يكون استخدام جهاز الرادار في تلك الحالتين حلا وحيداً، مع ملاحظة أن التحديد الدقيق هنا يكون مستحيلا وسيعتمد على التقريب.

إذا لم يكن هناك عطل فسيكون على الأقل لدينا انعكاس واحد من نهاية الكابل كما في الشكل وهذا يعنى أن الجهاز يمكن استخدامه أيضا في قياس أطوال الكابلات



شكل رقم (2–7) : يوضح إنعكاس واحد في حالة عدم وجود عطل في الكابل

أماإذاوجدقطعفسيحدثانعكاسعندالعطلوعندنهايةالكابلأيضاولكنناباالطبعسنأخذالأولكما في الشكل:–



شكل رقم (2–8) : يوضح انعكاس عند العطل وعند نهاية العطل في حالة وجود عطل

كيفية حساب المسافة:-

يقوم جهاز (TDR) بإرسال نبضة كهربية في الموصل الذي به عطل وقياس الزمن المنصرم من لحظة إرسال النبضة حتى وصول النبضة المعكوسة، ويتم تحديد مكان العطل من معادلة بسيطة:

$$x=1/2v*t$$

X: بعد مسافة نقطة العطل عن نهاية الكابل.

V : سرعة انتشار النبضة علي الموصل.

T : الزمن المقاس.

لاحظ أنن اقسمنا على 2 لأن الموجة تذهب وتعود أي تقطع فعليا ضعف مسافة العطل.

وتتوقف سرعة الموجة داخل الكابل على عدة عوامل منها:

- ثابت العزل في الكابل.
- أبعاد الكابل وجهد التشغيل.
- مقاومة موصل الكابل والتي تتوقف على نوع مادة الموصل ومساحة مقطعه.
- خواص مادة شبه الموصل المستخدمة في الكابل.
- خواص التربة التي تحيط بالكابل.

علما بأن السرعة يمكن قياسها أولاً بمعلومية كابل سليم ومعروف طوله.

تستطيع أجهزة (TDR) الحديثة أن تحدد موقع العطل بدقة فائقة وذلك بغض النظر عن قيمة مقاومة العطل أما الأجهزة القديمة الصنع فهي لا تعطي قياسات دقيقة إذا ازدادت قيمة مقاومة العطل عن 200 أوم . وفى

هذه الحالة يجب قياس القيمة التقريبية لمقاومة العطل بواسطة جهاز أوميتر يعمل بالبطاريات وخاص باختبار الكابلات ولا يجوز في هذه الحالة استخدام جهاز الميجر (megger) حيث أن الجهد العالي الذي يولده هذا الجهاز قد يتسبب في حدوث تفريغ بالشرر (spark–over) مما يعطى قراءة خاطئة لمقاومة العطل.

- استخدام جهاز القنطرة (Bridge) لقياس مسافة العطل:

تستخدم طريقة القنطرة في تحديد نسبة مسافة العطل في البداية نقوم بعمل التوصيلات اللازمة كماهو موضح بالشكل:–

شكل رقم (2–9): يوضح نسبه مسافة العطل باستخدام القنطرة

حيث يتم أخذ قراءة جهاز القنطرة ثم نقوم بحساب مسافة العطل حسب العلاقة التالية:

$$Lf=2\times L\times Reading/100$$

حيث :

L طول الكابل

Lf مسافة العطل

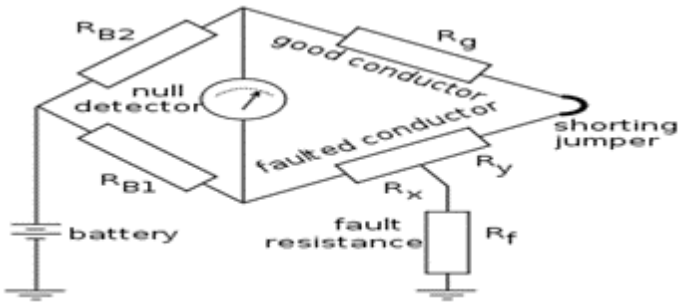
Reading فهي نسبة مئوية من طول الكابل.

(2–13–3) طريقة قنطرة موراي Murray Bridge لقياس مسافة العطل :

طريقة قنطرة مورى تعتبر أقدم طريقه لتحديد مكان عطل الكابل، وهى صورة معدلة من قنطرة هويتستون (Wheatstone bridge) ويجب أن تكون مقاومة العطل صغيرة لكي يسمح بمرور تيار كاف ليمر في القنطرة وتعطى الاتزان المطلوب.

وتعطى تلك الطريقة نتائج جيده بنسبة خطأ(±1%) مع سهولة في التشغيل إلا أنه من عيوبها وعيوب أي قنطرة أنها تحتاج لموصل سليم بجوار الموصل المعطل.

وفي هذه الطريقة يتم توصيل نهاية من الكابل المعطوب بمصدر للجهد عن طريق مقاومتين والطرف الآخر توصيله بالكابل السليم عن طريق دائرة قنطر ويتم توصيل جلفان ومتر بين الكابلين كما هو موضح بالرسم، وتصل هذه القنطرة إلى الاتزان عن طريق تغيير قيم المقاومتين



شكل رقم (2−10): يوضح قنطرة الاتزان

(Rb2، Rb1 حتى تكون قيمة الجلفانومتر تساوي صفر وبهذا تكون القنطرة متزنة ويتحقق الاتزان عندما تتحقق هذه العلاقة:

$$Rx/(Rg+Ry) = Rb1/Rb2$$

والتي تكافئ العلاقة:

$$Rx = (Rg+Ry).\ Rb1/rb2$$

قيمة المقاومة Rx) (تتناسب مع الطول (Lx)وكذلك يمكن حساب مسافة العطل عن طريق العلاقة:

$$Lx = 2.L\ .Rb1/Rb1+Rb2$$

(L) هو الطول الكلي للكابل الخاضع للاختبار وقيمته تتناسب مع المقاومة (Rq) وبذلك نستطيع قياس مسافة العطل في حالة اتزان القنطرة.

الفصل الثالث

النظام المقترح

الفصل الثالث

النظام المقترح

(3-1) مكونات الدائرة :

(3-1-1) اردوينو(arduino Uno):

الآردوينو هي عبارة عن لوحه تطوير إلكترونية (Development Board) تتكون من دارة إلكترونية مفتوحه المصدر مع متحكم دقيق على لوحة واحدة يتم برمجتها عن طريق الكمبيوتر وهي مصممة لجعل عملية استخدام الإلكترونيات التفاعلية أكثر سهولة. ويستخدم الاردوينو بصوره أساسيه في تصميم المشاريع الإلكترونية التفاعلية أو المشاريع التي تستهدف بناء حساسات بيئية مختلفة ويمكن توصيل الاردوينو ببرامج مختلفة علي الحاسب الشخصي، وتعتمد الاردوينو في برمجتها علي لغة البرمجة مفتوحه المصدر، وتتميز الأكواد البرمجية الخاصة بلغه الاردوينو أنها تشبهه لغه (C++ programming language) وتعتبر من أسهل لغات البرمجة المستخدمة في كتابه برامج المتحكمات الدقيقة .

وتتم برمجة المتحكمة الموجودة في البورد باستخدام برنامج خاص بالاردوينو يسمي

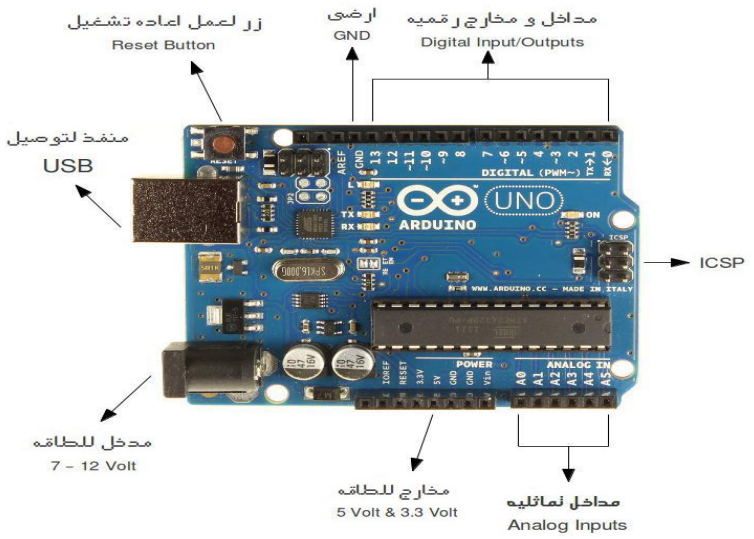
Adriano (IDE) :Intergraded Development Environment

<u>بعض أشهر نماذج الاردوينو:</u>

- اردوينو انو(ArduinoUno).
- اردوينو نانو(ArduinoNano).
- اردوينو لناردو(ArduinoLeonardo).
- اردوينو ديو (ArduinoDue).
- اردوينو ربورت(ArduinoRobot).

- اردوينو ميقا (ArduinoMega).
- اردوينو ميقا(ArduinoMega 2560)
- اردوينو ادك (ArduinoMega ADK).

وفي هذا المشروع تم استخدام لوحه الأردوينو انو ArduinoUno.



شكل رقم (3–1) يبين أجزاء ومكونات الأردوينو من النوع UNO.

i. مداخل ومخارج التحكم الرقمية (Digital pins) :

يمكن تخصيص أي من الخطوط الرقمية (من 1 إلي 14) كمدخل أو كمخرج وذلك باستخدام الأوامر البرمجية بحيث يكون في حالة عمل او متوقف (ON\OFF).

ii. ضوء الطاقة(power LED):

وهو عبارة عن ضوء صغير في طرف البورد يضئ عند توصيل الاردوينو بمصدر الطاقة ويعمل ايضاً عند رفع البرنامج من الحاسب الي المتحكمة.

iii. المعاج الدقيق:

المتحكمة الصغيرة اشبه بلوحة حاسب آلي صغير الحجم وتحتوي علي متحكمة من النوع (ATmega328) وبها معالج (16MHz) وذاكرة كلية تساوي (32KB) والذاكرة تنقسم الي ثلاثة اقسام هي:-

- loader(Boot): البرمجية المسئولة عن كيفية فهم الدائرة للغة البرمجة (Adriano C) وتكون مساحتها 2%من مساحة الذاكرة.
- (EEPROM): الذاكرة المسئولة عن تسجيل بعض المتغيرات بصورة دائمة داخل المتحكمة وتظل محتفظة بقيمتها حتى بعد فصل الكهرباء وتكون في مساحة 3% من مساحة الذاكرة.

(SRAM) : تعتبر الذاكرة المستخدمة في تسجيل المتغيرات بصورة مؤقتة وتمثل6% من مساحة الذاكرة.

- (Flash disk): مساحة تخزينية تستخدم في تخزين البرنامج الذي سيكتب لتشغيل المتحكمة وتكون علي مساحة 89% من مساحة الذاكرة

iv. مداخل ومخارج التحكم التماثلية (Analog pins) :

يمكن تخصيص أي من الخطوط التماثلية (من A0 إلي A5) كمدخل أو كمخرج وذلك باستخدام الأوامر البرمجية بحيث تعطي قيم غير ثابتة تتراوح بين القيمة العليا للجهد المعطي والصفر وتتناسب هذة الخطوط مع اغلب الحساسات كمداخل لحساس الحرارة مثلاً .

v . مخارج الطاقة (power pins):

وتحتوي هذه المخارج علي قيم مختلفة للجهد3.3V-5V ومخرج للأرضي (GND).

vi. مدخل الطاقة ()DC Input:

وهو عبارة عن مدخل للطاقة بحيث يتم توزيعها علي المخارج الموجودة في البورد ويمكن تغذية هذا المدخل علي جهد 7V-12V وذلك عن طريق محول جهد مخصص لبورد الاردوينو.

Vii- منفذ التوصيل مع الحاسب (USB) :

وهذا المنفذ يتيح لبورد الاردوينو التوصيل مع أي حاسب عن طريق كيبل (USB) ويتم من خلاله تحميل

البرمجة للمتحكمة كما انه يمكن إمداد المتحكمة بالطاقة من خلاله وأيضاً يمكن استخراج النتائج علي شاشة الحاسب .

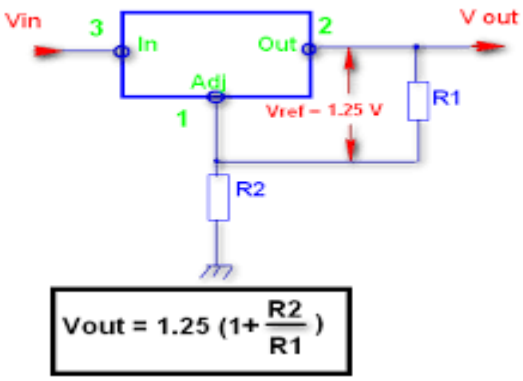
(3-1-2) شاشة LCD 16 ×2 :

هي شاشة عرض معتمده علي الحروف توفر إمكانية إخراج أي نصوص تتكون من حروف وأرقام أو رموز وتتوفر بألوان وأحجام مختلفة، ويمثل الرقم 2×16 عدد السطور (2) الحروف التي يمكن كتابتها في كل سطر (16) .

شكل رقم (3-2): يوضح شاشة LCD

(3-1-3) منظم جهد LMD317:

عباره عن دائرة متكامله تشتهر باستخدامها في دوائر التغذية المتغيرة، حيث يمكن توصيل الطرف المشترك الاوسط بمقاومه متغيرة للحصول علي اي جهد مع ثبات في مستوي تنظيم الجهد.



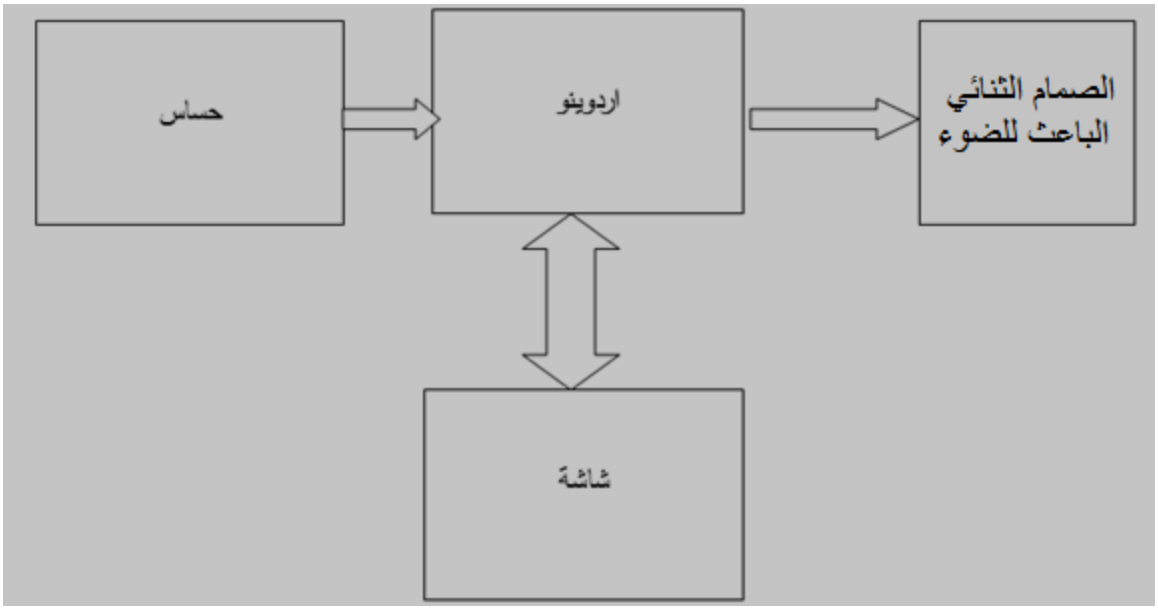
شكل (3-3) : يوضح منظم الجهد LMD 317

(3-1-4)الصمام الثنائي الباعث للضوء (Light-emitting diode):

هو مصدر ضوئي مصنوع من مواد أشباه الموصلات التي تبعث الضوء عندما يمر خلاله تيار كهربائي، وله طرفان ويمر التيار في اتجاه واحد ويستخدم في الدائرة لتوضيح موصلية الكابل في حالة الكابل سليم, أما في حالة خطأ الكابل فهو يحدد مكان الخطأ

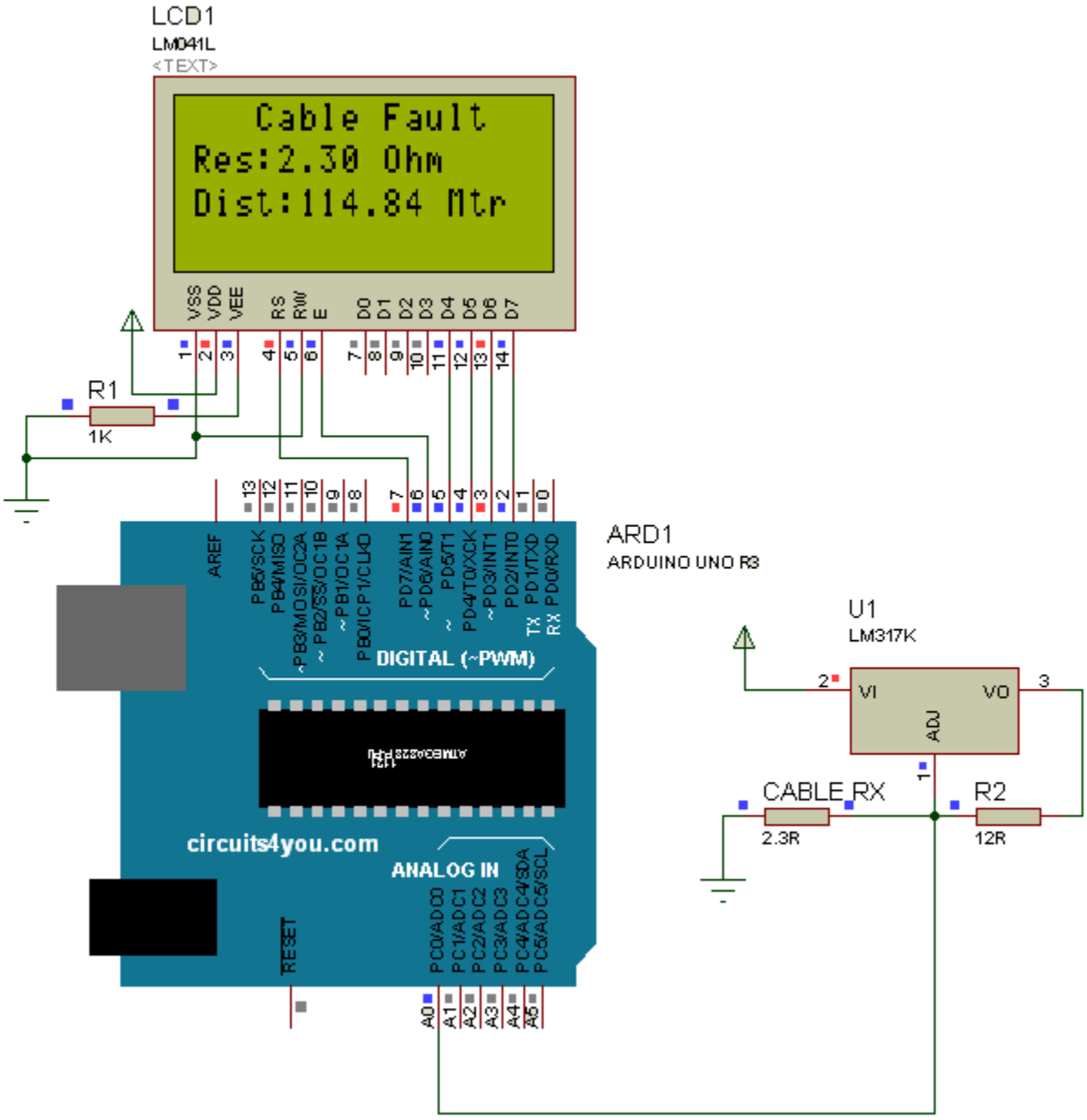
شكل (3-4):يوضح الصمام الثنائي الباعث للضوء(LED).

(3-2)المخطط الصندوقي:



هذه الدائرة توضح تنفيذ وتتبع تسلسل مقاومة الكابل ، بحيث انه يتم تسليط فولتية علي الكابل عن طريق مقسم الجهد . وتم تسليط جهد5 فولت لطرف الدخل لمنظم الجهد (Vin) ويمر تيار عبر المقاومتان (RC ،RX) التي تمثلان مقسم الجهد . ومن الطرف المشترك الأوسط الذي يمثل دخل الاردوينو (A0) المبرمج في الكود الداخلي يؤخذ من خرجه تيار يتناسب مع قيمة المقاومة وعندها يتم معالجة الإشارة التماثلية وإخراجها كإشارة رقمية ويتم عرض قيمة المقاومة والمسافة علي الشاشة.

الدائرة العملية:



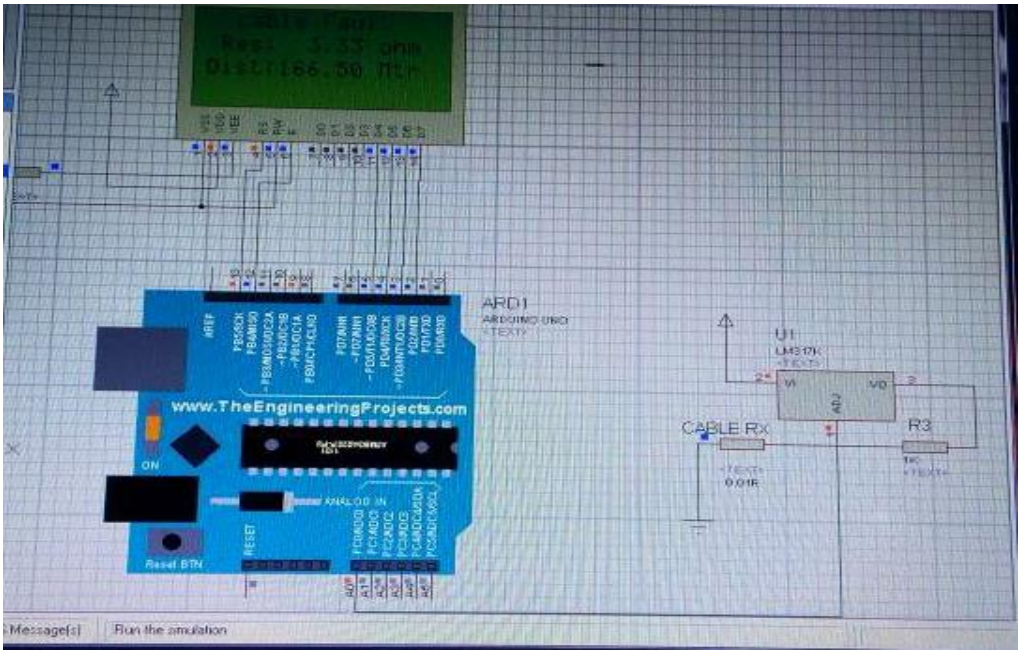
شكل (3-5) : يوضح الشكل النهائي للدائرة

(٣-٣) أدوات النمزجة:

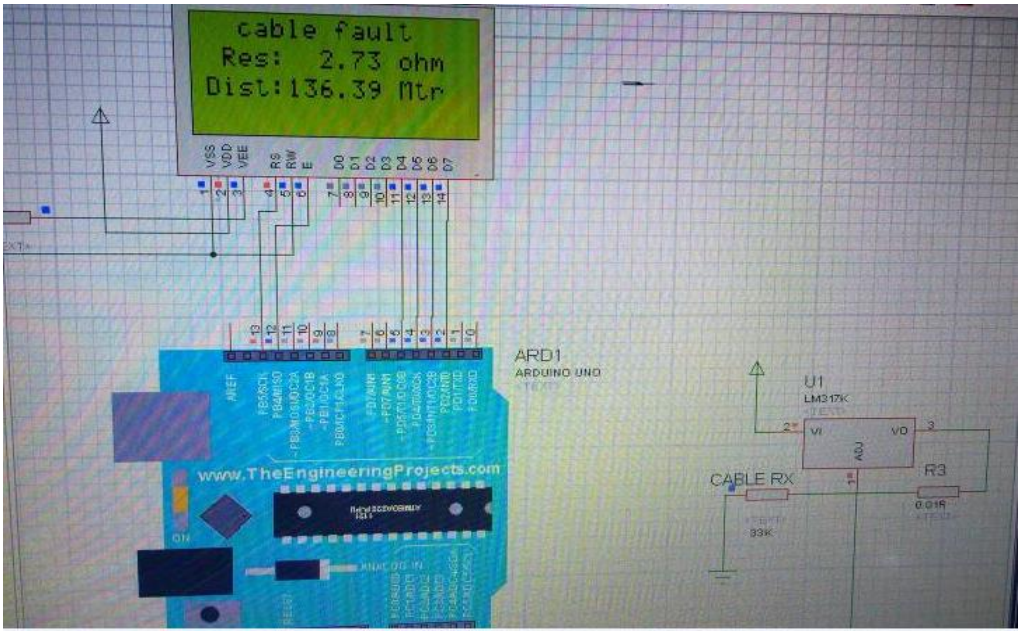
يمكن استخدام عدة أدوات نمزجه مختلفة لتقليد النظام المقترح مثل:

- يمكن استخدام برنامج (Proteus) وذلك لمحاكاة نظام التحكم باستخدام أردوينو.
- استخدام لغة (Adriano) لتحرير وكتابة برنامج الاردوينو.

(أ)



(ب)



شكل (٦-٣) (أ،ب) يوضح تقليد النظام المقترح

(٣-٤) القياسات :

المسافة	القيمة المقننة المقروءه	مقاومة الكابل (RX)
1284.5	25.69Ohm	10K
2006.5	40.13Ohm	33K
199.8	4،0000Ohm	1k

عند مقارنة القيم الحقيقية مع القيم المقاسة نجد أن أخطاء الكابلات هو قياس المقاومات ذات القيمة المنخفضة, وهو مبني علي مصدر ثابت 100 ميلي امبير ويمكنه قياس المقاومات ذات القيم المنخفضة جدا 0.01 اوم

وهذه الدائرة يمكنها قياس مقاومة حتى 50 أوم واقصي حد لطول كابل يمكن فحصه تصل 25000متر.

الفصل الرابع

الخاتمة والتوصيات

(4-1) **النتائج** :

عند مقارنة القيم الحقيقية مع القيم المقاسة نجد أن أخطاء الكابلات هو قياس المقاومات ذات القيمة المنخفضة, وهو مبني علي مصدر ثابت 100 ميلي امبير ويمكنه قياس المقاومات ذات القيم المنخفضة جدا 0.01 اوم

وهذه الدائرة يمكنها قياس مقاومة حتى 50 أوم واقصي حد لطول كابل يمكن فحصه تصل 25000متر.

(4-2) التوصيات:

نظرا للأهمية البالغة لجهاز فحص الأعطال نوصي بتطوير الجهاز أو تحسين الدائرة بحيث يمكن أن تعمل أوتوماتيكي بدلا من عملها يدويا، وذلك باستخدام برمجيات حديثه.

الخاتمة:

من خلال البحث تم التعرف علي مفهوم القياسات التي تتم علي الكوابل وأنواعها ومحاولة تحسينها لتسهيل عملية القياس واكتشاف الأعطال , والأهمية البالغة لدائرة فحص الأعطال.

والهدف الرئيسي منها هو تحديد أعطال الكبلات من مقر المحطة وتحديد موقع الخطأ بالكيلومترات باستخدام الأردوينو.

ومن الجانب العملي نرى أن الدائرة بسيطة إلا أنها تؤدي تحقق أهداف كبيرة ومن الأهداف التي تحققها:

- تحديد الموصلية.
- قراءة مقاومة الكابل إذا كان سليم.
- تحديد مكان العطل .

وهذا هو الموضوع الأساسي الذي قامت عليه فكرة هذا البحث.

الملاحق: .

الملحق (أ) شفرة البرنامج:

```
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(13, 12, 5, 4, 3, 2);
const double Rc = 0.01;    //Cable Resistance per meter its 0.01 Ohm/Mtr
void setup() {
  // set up the LCD's number of columns and rows:
  lcd.begin(2, 16);
  // Print a message to the LCD.
  lcd.print("   Cable Fault  ");
  pinMode(8,INPUT);
pinMode(9,OUTPUT);
}
void loop() {
  double Vx=(5.0/1024.0) * analogRead(A0);  //Voltage across Rx
  double Rx = Vx / (1.25/1);  //Cable Resistace  (1.25/R2)=I Constant Current Source
   digitalWrite(9,HIGH);
  //Display Cable Resistance
  lcd.setCursor(0, 1); // set the cursor to column 0, line 2
  lcd.print("Res:");
  lcd.print(Rx);
  lcd.print(" Ohm");
  delay(500);
  //Display Fault Location
  lcd.setCursor(0, 2); // set the cursor to column 0, line 3
  lcd.print("Dist:");
  lcd.print((Rx/Rc)/2);  //Find Location of Fault
  lcd.print(" Mtr");
  delay(500);
}
```

LM317

1.5 A Adjustable Output, Positive Voltage Regulator

The LM317 is an adjustable 3–terminal positive voltage regulator capable of supplying in excess of 1.5 A over an output voltage range of 1.2 V to 37 V. This voltage regulator is exceptionally easy to use and requires only two external resistors to set the output voltage. Further, it employs internal current limiting, thermal shutdown and safe area compensation, making it essentially blow–out proof.

The LM317 serves a wide variety of applications including local, on card regulation. This device can also be used to make a programmable output regulator, or by connecting a fixed resistor between the adjustment and output, the LM317 can be used as a precision current regulator.

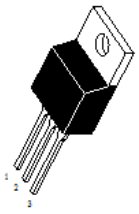
- Output Current in Excess of 1.5 A
- Output Adjustable between 1.2 V and 37 V
- Internal Thermal Overload Protection
- Internal Short Circuit Current Limiting Constant with Temperature
- Output Transistor Safe–Area Compensation
- Floating Operation for High Voltage Applications
- Available in Surface Mount D2PAK, and Standard 3–Lead Transistor Package
- Eliminates Stocking many Fixed Voltages

THREE–TERMINAL ADJUSTABLE POSITIVE VOLTAGE REGULATOR

SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

T SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 221A

Heatsink surface connected to Pin 2.

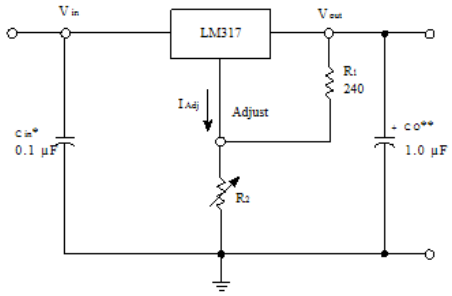


Pin 1. Adjust
2. V_{out}
3. V_{in}

D2T SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 936
(D2PAK)

Heatsink surface (shown as terminal 4 in case outline drawing) is connected to Pin 2.

Standard Application



**Cin is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
**Co is not needed for stability, however, it does improve transient response.

$$Vout + 1.25V\left(1 + \frac{R2}{R1}\right) + IAdj\,R2$$

Since I_{Adj} is controlled to less than 100 µA, the error associated with this term is negligible in most applications.

ORDERING INFORMATION

Device	Operating Temperature Range	Package
LM317BD2T	T_J = –40° to +125°C	Surface Mount
LM317BT		Insertion Mount
LM317D2T	T_J = 0° to +125°C	Surface Mount
LM317T		Insertion Mount

المراجع :

(١) أ. د محمود جيلاني – هندسة القوى الكهربائية – جامعة القاهرة – كلية الهندسة – الطبعة الأولى– ٢٠١٦م.

(٢) أ. د محمود جيلاني . نظم الحماية الكهربائية – القاهرة – أكتوبر ٢٠٠٦م .

(٣) أ. آسر علي زكي . كابلات القوى الكهربائية– القاهرة . ٢٠٠١م .

(٤) http:// ciricuits 4you.com/ 2016/05/17. Arduino-based – Under ground- cable-fault det cation.