



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA CURSO DE
ENGENHARIA ELÉCTRICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Título:

**Dimensionamento de um dispositivo para
detectar avarias em cabos subterrâneos**

AUTOR:

Júnior, Pinto Celina Cossa

SUPERVISOR:

Eng.: Hélder Nhambe

Maputo, Julho de 2022



FACULDADE DE ENGENHARIA

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA CURSO DE
ENGENHARIA ELÉCTRICA**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

Título:

**Dimensionamento de um dispositivo para
detectar avarias em cabos subterrâneos**

AUTOR:

Júnior, Pinto Celina Cossa

SUPERVISOR:

Eng.: Hélder Nhambe

Maputo, Julho de 2022

DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO

Para:
Universidade Eduardo Mondlane
Faculdade de Engenharia

Nossa Referência:
44 /DRCM/2022
No. de Páginas: 1+0

Vossa Referência:

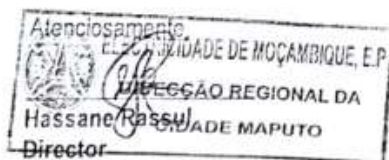
Data:
14-02-2022

Contacto:
Ana Matjaia
Ana.matjaia@edm.co.mz
Telefone: +258 845138990

Assunto: Pedido de Estágio

Exmos Senhores

Acusamos a recepção carta datada de 08 de Março de 2022, através da qual solicita estágio profissional para o senhor **Pinto Celina Cossa Júnior**, estudante do curso de Engenharia Eléctrica, por um período de três (3) meses. Informamos que dispomos de condições para acolher o estudante supra, devendo o mesmo apresentar-se no sector de Recursos Humanos desta Direcção durante as horas normais de expediente, cumprindo com as medidas de prevenção a COVID-19 e munido de apólice de seguros contra acidentes de trabalho e equipamento de apropriado de HST (Fato macaco, botas, luvas e capacete).



Rogebi
Roda
18/04/22

Pinto Celina Cossa Júnior (Página 1 de 1)





DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO

PARA:
Universidade Eduardo Mondlane (Faculdade de Engenharia)
Maputo

Nossa Referência:
/DRCM/RH/2022
No. de Páginas: 1+0

Vossa Referência:

Data:
28-06-2022

Contacto:
Adelina Tene
adelina.tene@edm.co.mz
Telefone: 21460235

Assunto: Carta Referência

A Electricidade de Moçambique E.P. – DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO, declara que o senhor **Pinto Celina Cossa Júnior**, estagiou nesta Empresa, no período de (29/03 à 24/06/2022). No exercício do seu trabalho, o estudante esteve afecto no Departamento de Manutenção e Departamento de Planeamento Estatístico de Ka-Mpfumo, onde desenvolveu as seguintes actividades:

Departamento de Planeamento Estatístico

1. Levantamento para Melhoramento de Rede de Baixa e Média Tensão;
2. Estudo e Desenvolvimento de Projecto Visando o Descongestionamento e alívio de PT's na rede publica de MT;
3. Monitoramento de Carga dos PT's Públicos; e
4. Desenvolvimento de Projectos de Electrificação e Cadastro de Redes de Baixa e Média Tensão.

Departamento de Manutenção da ASC Ka-Mpfumo

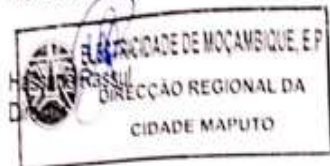
1. Manutenção de Rede Eléctrica;
2. Montagem de PT's Monoblocos; e
3. Montagem de Novas Redes de MT e BT em cabos Subterrâneos de Linhas Aéreas.

Durante o tempo que esteve nesta Empresa, demonstrou muito empenho no exercício das suas actividades, espírito de colaboração e boa vontade de aprender com as pessoas mais experientes, disponibilidade para qualquer missão a que era chamado a cumprir.

página 1(2)

Por ser verdade e a pedido do interessado, passou-se o presente documento, que vai assinado e autenticado com carimbo a tinta de óleo em uso nesta Unidade Orgânica.

Atenciosamente





ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE- EP
DIRECÇÃO REGIONAL DA CIDADE DE MAPUTO
ÁREA DE SERVIÇO AO CLIENTE KA MPFUMO
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PROJECTOS
FICHA DE REGISTO DE ESTÁGIO

NOME DO ESTAGIÁRIO: Pinto Celina Cossa Júnior

ESPECIALIDADE: Engenharia Eléctrica

TIPO DE TRABALHO DESENVOLVIDO : Levantamentos para melhoramentos de Redes de Baixa e Média Tensão, Estudo e desenvolvimento de Projectos visando o descongestionamento e alívio de PT's na rede pública de Média Tensão, Monitoramento de Carga dos PT's públicos, Desenvolvimento de Projectos de Electrificação e Cadastro de Redes de Baixa e Média Tensão.

TEMPO DE ESTÁGIO : 13/06/2022 à 24/06/2022

HORÁRIO DE TRABALHO: das 07:30 às 15:30

CLASSIFICAÇÃO DO ESTAGIÁRIO

EXCELENTE	BOM	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	X		

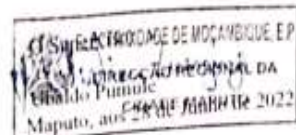
OBSERVAÇÃO GERAL

	EXCELENTE	BOM	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
ASSIDUIDADE	X			
PONTUALIDADE		X		
COMPORTEAMENTO		X		
RELACIONAMENTO		X		
DEDICAÇÃO		X		
CONHEC. PRATICOS		X		
CONHEC. TEÓRICOS		X		

Comportamento final : **BOM**

ASSIDUIDADE

Nº TOTAL DE FALTAS	JUSTIFICADAS	INJUSTIFICADAS
----0----	----0-----	----0-----





ELECTRICIDADE DE MOÇAMBIQUE- EP

ÁREA DE SERVIÇO AO CLIENTE DA CIDADE DE MAPUTO
DEPARTAMENTO DE MANUTENÇÃO
FICHA DE REGISTO DE ESTÁGIO

NOME DO ESTAGIÁRIO: Pinto Celina Cossa Junior.

ESPECIALIDADE: Engenharia Electrica.

INSTITUIÇÃO DE PROVENIÊNCIA: Universidade Eduardo Mondlane.

TIPO DE TRABALHO DESENVOLVIDO : Manutenção de rede eléctrica. Montagem de PT's Monoblocos. Montagem de Novas redes de MT e BT em cabos Subterrâncos e linhas Aéreas.

TEMPO DE ESTÁGIO : 29 03 2022 à 24 06 2022.

HORÁRIO DE TRABALHO: das 07:30 às 15:30

CLASSIFICAÇÃO DO ESTAGIÁRIO

EXCELENTE	BOM	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
	X		

OBSERVAÇÃO GERAL

	EXCELENTE	BOM	SUFICIENTE	INSUFICIENTE
ASSIDUIDADE	X			
PONTUALIDADE	X			
COMPORTAMENTO		X		
RELACIONAMENTO		X		
DEDICAÇÃO	X			
CONHEC. PRATICOS		X		
CONHEC. TEORICOS	X			

Comportamento final : BOM

ASSIDUIDADE

Nº TOTAL DE FALTAS	JUSTIFICADAS	INJUSTIFICADAS
----()----	----()-----	----()-----



Maputo, aos 28 de Junho de 2022



UNIVERSIDADE
EDUARDO
MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
Curso de Engenharia Eléctrica

TERMO DE ATRIBUIÇÃO DE TEMA DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

REFERÊNCIA DO TEMA 2022ELEP06

Data 07/03/2022

1. TÍTULO DO TEMA

Dimensionamento de um detector de falhas em cabos subterrâneos

2. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO TRABALHO A DESENVOLVER

2.1 Introdução

A localização de falhas em cabos subterrâneos é o acto de descobrir a exacta posição no cabo de energia onde há quaisquer ocorrências indesejáveis, como curtos-circuitos, circuitos em aberto, ruptura do isolamento, falhas de alta impedância, entre outras.

Diversos métodos têm sido desenvolvidos no tocante à redução dos danos e suas conseqüências. Todavia, a porção majoritária desses processos possui deficiências. Alguns possuem uma baixa precisão, enquanto outros encontram dificuldades em sua aplicabilidade e outros ainda podem provocar danos indesejáveis nas instalações e cabeamentos vizinhos. Entre todos os métodos de localização de falha, aqueles fundamentados em ecos de pulsos são reconhecidos como sendo os de maior utilidade. Tal processo faz uso da diferença de tempo entre os pulsos emitidos e refletidos para estimar o local de ocorrência do defeito. Quando pulsos de baixa duração são injetados em uma linha de transmissão, ocorrerá reflexões de ondas conforme o estado actual do cabo de energia. Por exemplo, linhas curtas abertas refletem tipos distintos de ondas, e a localização das falhas depende do tempo de retorno dos pulsos. Dessa forma, analisando estes atrasos entre pulsos, é possível estimar onde estão localizados os defeitos e o tipo de falha ocorrida. Métodos baseados em pulsos possuem uma elevada precisão em virtude do uso de pulsos de largura estreita ou curta duração. Tendo em vista que a aquisição de geradores de alta tensão para serem usados em localização de defeitos constituem alto investimento, há necessidade de se avaliar novos

metodos que sejam precisos e comportem uma monitoração on-line viável. Tais requerimentos estão sendo buscados por meio de novas pesquisas e desenvolvimentos.

2.2 Formulação do problema

A cabo subterrânea, que pode abranger toda a rede eléctrica apresenta diversas vantagens do ponto de vista da infraestrutura das cidades. Embora o sistema evita problemas de descarga na rede eléctrica, diminuição dos apagões nos bairros, redução dos riscos de queda de raio nos fornecendo ainda estética, nos trás como um grande problema a localização de avarias sem destruir outras infraestruturas tais como corredores e asfaltos que acabam prolongando o tempo de trabalho e mais gastos para se poder restabelecer as tais infraestruturas.

2.3 Justificativa

Em virtude do enorme dano e conseqüências dos incidentes que ocorrem nas instalações eléctricas subterraneas, as concessionárias requerem um método de detecção de defeitos que permita o restabelecimento das condições normais de operação das redes de energia eléctrica tão logo quanto possível e com isso vê-se necessario investir num prototipo mais eficaz, que nos possibilite detectar avarias e reparalas com minimas destruições de infraestruturas e menos tempo.

2.4 Objectivo geral

- ✓ Detectar as falhas e anormalidades que ocorrem em cabos subterrâneos usando dispositivo que o faça a menos tempo possível.

2.4.1 Objectivos específicos

- ✓ Explorar bibliografias relacionadas a instalação de cabos subterraneos bem como métodos usados para detectar avarias de modo a enriquecer o conteúdo teórico;
- ✓ Projectar um circuito prototipo que seja capaz de detectar avarias em cabos subterraneos;
- ✓ Fazer as respectivas simulações em softwares adequados;
- ✓ Materializar o prototipo.

2.5 Metodologia

Para a elaboração deste trabalho serão aplicadas as seguintes metodologias:

- ✓ **Revisão bibliográfica:** De modo a se aprofundar no tema a ser tratado, recorrer-se-á a uma revisão bibliográfica, que consistirá em pesquisa de leituras e manuais das quais a sua maioria electrónicos que estarão citados nas referências bibliográficas;
- ✓ **Consulta ao supervisor e aos técnicos da área de manutenção de avarias em redes eléctricas subterraneas;**
- ✓ **Simulação computacional:** por meio de softwares como o ISIS proteus onde serão simulados os circuitos electricos.

3. LOCAL DE REALIZAÇÃO

Moçambique, Maputo, Distrito Kampumo

4. SUPERVISORES

	Nome	Assinatura
Da UEM	Eng. Helder Nhambe	<i>Helder Nhambe 27.05.22</i>
Co-supervisor		
Da Instituição	Eng. Salomão Cuna	<i>Salomão David Cuna</i>

Maputo, 09 de 05 de 2022

O estudante
Pinto Celina Cossa Júnior
(Pinto Celina Cossa Júnior)

O Director do Curso
(Eng. Zefanias José Mabote)

O Chefe da Comissão Científica

(Mestre José Nelson Guambe, Eng.)

Plano de actividades

Estágio profissional

Tema: DIMENSIONAMENTO DE UM DETECTOR DE FALHAS EM CABOS SUBTERRANEOS

Referência: 2022ELEPD06

07/03/2022

Semana	Data Prevista	Data de encontro	Hora	Assunto
1	28/04/2022	28/04/2022	09:00	-Apresentação do TAT ao supervisor
1	30/04/2022	30/04/2022	11:00	-Apresentação da correção do TAT ; -Obtenção da assinatura do supervisor; -Entrega do TAT.
2	10/05/2022		15:00	-Apresentação dos Capítulos I e II do relatório .
3	14/06/2022		15:00	-Apresentação das correções dos Capítulos I e II do relatório de estágio profissional; -Apresentação dos Capítulos III, IV e V.
4	22/06/2022		15:00	-Apresentação das correções dos Capítulos III, IV e V do relatório .
5	01/06/2022		15:00	-Apresentação do relatório final revisado
5	02/07/2022		12:00	-Entrega do relatório final
Supervisor: Engº. Helder Nhambe			Assinatura:	<i>Helder Nhambe</i>
Estudante: Pinto Celina Cossa Júnior			Assinatura:	<i>Pinto Celina Cossa Júnior</i>

Data:

09/05/22

Nome do estudante:

Pinto Celina Cossa Júnior

(Pinto Celina Cossa Júnior)



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

F1 - GUIA DE AVALIAÇÃO DO RELATÓRIO ESCRITO

Nome do estudante: JÚNIOR, PINTO CELINA COSSA

Referência do tema: 2022ELEP06 Data: / /

Título do tema: DIMENSIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA DETECTAR

AVARIAS EM CABOS SUBTERRÂNEOS

1. Resumo					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
Secção 1 subtotal (max: 5)					

2. Organização (estrutura) e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa Bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados(recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal(max: 45)										

3. Argumentação										
3.1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/ resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal(max: 30)										

4. Apresentação e estilo da escrita					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
Secção 4 subtotal(max: 20)					

Total de pontos (max: 100)

Nota (=Total*0,2)

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

FICHA DE AVALIAÇÃO DA ATITUDE DO ESTUDANTE

Nome do estudante: JÚNIOR, PINTO CELINA COSSA

Referência do tema: 2022ELEP06 Data: / / Título
do tema: DIMENSIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA DETECTAR

AVARIAS EM CABOS SUBTERRÂNEOS

Indicador	Classificação				
	1	2	3	4	5
Atitude geral (manteve uma disposição positiva e sentido de humor)					
Dedicação e comprometimento (Deu grande prioridade ao projecto e aceitou as responsabilidades prontamente)					
Independência (realizou as tarefas independentemente, como prometido e a tempo)					
Iniciativa (viu o que devia ter sido feito e fê-lo sem hesitar e sem pressões do supervisor)					
Flexibilidade (disponibilidade para se adaptar e estabelecer compromissos)					
Sensibilidade (ouviu e tentou compreender as opiniões dos outros)					
Criatividade (contribuiu com imaginação e novas ideias)					
Total de pontos (max: 35)					

Valor do classificador	Cotação obtida	Significado
	1	Não aceitável (0 a 9 valores)
	2	Suficiente (10 a 13 valores)
	3	Bom (14 a 16 valores)
	4	Muito Bom (17 a 18 valores)
	5	Excelente (19 a 20 valores)

Total de pontos (max: 35)	
----------------------------------	--

Nota (=Total*20/35)



FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO: ENGENHARIA ELÉCTRICA (LABORAL)

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO TRABALHO DE PROJECTO DO

CURSO

Declaro que o estudante Pinto Celina Cossa Junior entregou no dia ____/as 3
cópias do relatório do seu Estágio profissional com referência: _____.

Intitulado: Dimensionamento de dispositivo para detectar avarias em cabos
subterrâneos.

Maputo, _____ de _____ de 2022

A chefe da Secretaria

(Arlete Chiconela)

Declaração de honra

Eu Pinto Celina Cossa Júnior, estudante do 5º nível do curso de Engenharia Eléctrica na Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane, declaro por minha honra que este trabalho é da minha autoria, sendo fruto dos conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação, investigação pessoal e da orientação do supervisor. O conteúdo deste trabalho é original e todos os documentos consultados estão devidamente identificados na bibliográfica.

Maputo, de julho de 2022

(_____)

(Pinto Celina Cossa Júnior)

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Deus Criador pela vida e força que ele me atribuiu para a realização deste trabalho e também por me consolar sempre em momentos de solidão.

Em segundo lugar agradeço a minha família, principalmente a minha mãe por ter me dado tudo quanto pude para a realização deste curso.

Agradeço ao meu Supervisor, Engenheiro Hélder Nhambe por ter aceite com toda a vontade me supervisionar e orientar durante a realização deste trabalho e por toda a paciência, disposição e motivação.

E por fim, agradeço a todos os meus amigos e colegas que estiveram ao meu lado, sempre me apoiando para a conclusão deste trabalho.

Epígrafe

*“Vá
sempre além do que
é esperado” [Larry
Page]*

Resumo

A crescente preocupação com a segurança e o aumento das infraestruturas nas zonas urbanas densamente povoadas, bem como a busca de preservação da estética tem exigido a instalação de redes subterrâneas. Embora elas sejam desprovidas de algumas falhas que ocorrem em linhas aéreas apresentam semelhança em falhas de curto-circuito assim como em as de circuito aberto. Localizar a posição exacta de qualquer um desses tipos de falhas é um processo árduo, caro e demorado, pois o sistema não se encontra exposto. Assim, percebe-se a necessidade de se projectar um dispositivo para detectar as tais avarias.

O seguinte projecto apresenta uma proposta de dimensionamento de um dispositivo para detectar avarias em cabos subterrâneos. A primeira lei de Ohm será usada para se determinar a resistência entre dois condutores curto-circuitados e com isso se saber a localização da avaria. Para o caso de circuitos em aberto recorre-se ao fenómeno da constante de tempo de descarga dos capacitores para se saber a capacitância que é formada entre dois condutores e com isso se estimar a distância em que a avaria se encontra.

O dispositivo possuirá uma fonte de alimentação CC, uma unidade de controle que se encarregará de efectuar as operações para estimar a localização de avaria, uma unidade de exibição LCD, um circuito usado para medir a resistência dos condutores, e um circuito usado para medir a capacitância entre dois condutores de um cabo.

Palavras chaves: Placa de Arduino, LCD, avaria no cabo, Conversor A/D, Leis de Ohm

Índice	
Declaração De Honra.....	i
Agradecimentos	ii
Epígrafe	iii
Resumo.....	iv
Lista De Símbolos	viii
Lista De Abreviaturas.....	ix
Lista De Figuras.....	x
Lista De Tabelas	xi
1 Introdução	1
1.1 Contextualização.....	1
1.2 Formulação Do Problema	2
1.3 Justificativa.....	2
1.4 Diagrama Em Bloco Proposto Para O Funcionamento Do Sistema.....	2
1.5 Objectivos	4
1.5.1 Objectivo Geral.....	4
1.5.2 Objectivos Específicos.....	4
1.6 Alcances E Limitações	4
1.7 Metodol3gia.....	5
1.7.1 Introduç3o.....	5
1.7.2 Procedimento Usado	5
1.7.3 Implementaç3o Do Sistema.....	6
1.7.4 Coleç3o De Dados.....	6
1.7.5 M3todo Usado Para A Coleç3o De Dados	6
2 Refer3ncial Te3rico	7
2.1 Introduç3o	7
2.2 Deteç3o De Avaria Em Um Curto-Circuito	7

2.2.1	Medidor De Resistência Eléctrica	8
2.2.2	Circuitos Que Podem Ser Usados Para Medir A Resistência.....	9
2.3	Deteção De Avaria Em Um Circuito Aberto.....	10
2.3.1	Capacitância De Uma Linha Trifásica Com Espaçamento Entre Condutores Desiguais (Caso Geral)	11
2.3.2	Circuitos Que Podem Ser Usados Para Medir A Capacitância 13	
2.4	Conversor De Analógico Para Digital (Cad)	14
2.5	Controlador	14
2.6	Mostrador	15
2.7	Fonte De Alimentação Cc	15
2.8	Tecnologias Usadas Para Localização De Faltas Em Cabos Subterrâneos.....	16
2.8.1	Reflectometria No Domínio Do Tempo (Tdr)	16
2.8.2	Gerador De Surtos.....	17
3	Coleção De Dados	19
3.1	Introdução	19
3.2	Técnicas Usadas Pela Edm Para A Localização E Deteção De Defeitos Em Cabos Subterrâneos	19
3.3	Estatísticas De Falhas Em Cabos Subterrâneos	21
3.4	Estação Do Ano Em Que Varias Avarias São Observadas.....	21
3.5	Tempo Médio De Reparação De Uma Avaria (Tmr)	21
3.6	Quantidade Monetária De Potência Que Deixa De Ser Vendida Durante A Falha	21
3.7	Parâmetros Do Cabo Comummente Utilizado	22
4	Seleção Dos Componentes.....	25
4.1	Introdução	25

4.2	Medidor De Resistência	25
4.3	Medidor De Capacitância	26
4.4	Controlador	27
4.5	Mostrador	30
4.6	Fonte De Alimentação Cc	32
5	Montagem Do Projecto	38
5.1	Introdução	38
5.2	Implementação Do <i>Software</i>	38
5.3	Simulação Do Software	39
	Custo Do Material	40
6	Conclusão E Recomendações	41
6.1	Introdução	41
6.2	Conclusão	41
6.3	Recomendações	41
	Referencias Bibliográficas	43
	Anexos	1

Lista de símbolos

R_m - Resistência medida entre dois cabos

R_p - Resistência do primeiro cabo

R_s - Resistência do segundo cabo

R_x -Resistência do cabo por metro

D_F -Distância desde o ponto de estação até ao defeito

C_m - Capacitância medida entre dois cabos

C_x - Capacitância criada entre dois cabos por metro

L_c - Comprimento total do cabo

D_F - Distância desde ao ponto de estação até ao local de defeito.

TC -é a constante de tempo do capacitor (em segundos)

R -é a resistência do circuito (em Ohms)

C -é a capacitância do capacitor (em Farads)

Q_E -Quantidade monetaria a ser investida

ϵ -Quantidade de energia a ser vendida

P_{ponte} -Potência dissipada na ponte

V_q -Queda de tensão no diodo

I_{carga} -Corrente de carga

V_p - É a tensão de pico(V)

f - É a frequência em hertz (Hz).

Lista de abreviaturas

TMR- Tempo médio de reparação de uma avaria

PMV- Preço médio de venda de energia

EDM- Electricidade de Moçambique

A/D, CAD- Conversor de analógico para digital

CC- Corrente continua

CA- Corrente alternada

PIC- Controlador de Interface Periférica

LED- Light Emitting Diode (diodo emissor de luz)

XLPE- Polietileno reticulado

LCD- Liquid Crystal Display (tela de cristal líquido)

TDR- Reflectometria de domínio de tempo

CI- Circuito Integrado

ADJ- Ajustador

SRAM- Memória de Acesso Aleatório Estático

UNO- Organização das Nações Unidas

EEPROM- Erasable programmable read-only memory (memória programável apagável somente de leitura)

Lista de figuras

Figura 1:Diagrama em bloco do funcionamento do projecto	2
Figura 2:Representação da metodologia usada para implementação do projecto	5
Figura 3:Resistência medida entre dois cabos sem defeito.	7
Figura 4: Resistência medida entre dois cabos curto-circuitados.....	7
Figura 5:Capacitância entre os cabos em bom estado.....	10
Figura 6:Capacitância entre os cabos em que um encontra-se em aberto	10
Figura 7:Vista transversal de uma linha trifásica com espaçamento entre condutores assimétrico	11
Figura 8:Ilustração de um ciclo completo de transposição de uma linha trifásica.....	12
Figura 9: Surgeflex 32	20
Figura 10: Constituição do cabo XLPE.....	22
Figura 11: Controlador acoplado a um circuito medidor de resistência	26
Figura 12: Controlador acoplado a um circuito medidor de capacitância	27
Figura 13: Arduino Uno usado como controlador	28
Figura 14: Diagrama funcional de operação do controlador.....	30
Figura 15: Pinagem do LCD	31
Figura 16:Forma de onda no lado secundario do transformador.....	33
Figura 17:Forma de onda após a ponte rectificadora	34
Figura 18: Circuito rectificador com um filtro capacitivo	35
Figura 19:Onda pulsante após ser filtrada.....	35
Figura 20:Constituição de uma fonte de corrente continua	37
Figura 21: Forma de onda regulada	37
Figura 22:Dispositivo para detectar avarias em cabos subterrâneos	38
Figura 23: Simulação do dispositivo detector de avarias em cabos subterrâneos	39

Lista de tabelas

Tabela 1: Descrição funcional da pinagem do LCD.....	31
Tabela 2: Custo de material	40

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A localização de falhas em cabos subterrâneos é o acto de descobrir a exacta posição no cabo de energia onde há quaisquer ocorrências indesejáveis, como curto-circuitos, circuitos em aberto, ruptura do isolamento, falhas de alta impedância, entre outras.

Diversos métodos têm sido desenvolvidos no tocante à redução dos danos e suas consequências. Todavia, a porção maioritária desses processos possui deficiências. Alguns possuem uma baixa precisão, enquanto que outros encontram dificuldades em sua aplicabilidade e outros ainda podem provocar danos indesejáveis nas instalações e cabeamentos vizinhos. Entre todos os métodos de localização de falhas, aqueles fundamentados em ecos de pulsos são reconhecidos como sendo os de maior utilidade. Tal processo faz uso da diferença de tempo entre os pulsos emitidos e refletidos para estimar o local de ocorrência do defeito. Quando pulsos de baixa duração são injectados em uma linha de transmissão, ocorrerá reflexões de ondas conforme o estado actual do cabo de energia. Por exemplo, linhas curtas abertas reflectem tipos distintos de ondas, e a localização das falhas depende do tempo de retorno dos pulsos. Dessa forma, analisando estes atrasos entre pulsos, é possível estimar onde estão localizados os defeitos e o tipo de falha ocorrida. Métodos baseados em pulsos possuem uma elevada precisão em virtude do uso de pulsos de largura estreita ou curta duração. Tendo em vista que a aquisição de geradores de alta tensão para serem usados em localização de defeitos constituem alto investimento, há necessidade de se avaliar novos métodos que sejam precisos e comportem uma monitoração on-line viável. Tais requerimentos estão sendo buscados por meio de novas pesquisas e desenvolvimentos.

1.2 Formulação do problema

O cabo subterrâneo, que pode abranger toda a rede eléctrica apresenta diversas vantagens do ponto de vista da infraestrutura das cidades. Embora o sistema evite problemas de descargas atmosféricas na rede eléctrica, diminuição dos apagões nos bairros, nos fornecendo ainda estética, nos trás como um grande problema a localização de avarias sem destruir outras infraestruturas tais como corredores e asfaltos que acabam prolongando o tempo de trabalho e gerando mais gastos para se poder restabelecer as tais infraestruturas.

1.3 Justificativa

Em virtude do enorme dano e consequências dos incidentes que ocorrem nas instalações eléctricas subterrâneas, as concessionárias requerem um método de detecção de defeitos que permita o restabelecimento das condições normais de operação das redes de energia eléctrica tão logo quanto possível e com isso vê-se necessário investir num protótipo mais eficaz, que nos possibilite detectar avarias e repara-las com mínimas destruições de infraestruturas e a menos tempo.

1.4 Diagrama em bloco proposto para o funcionamento do sistema

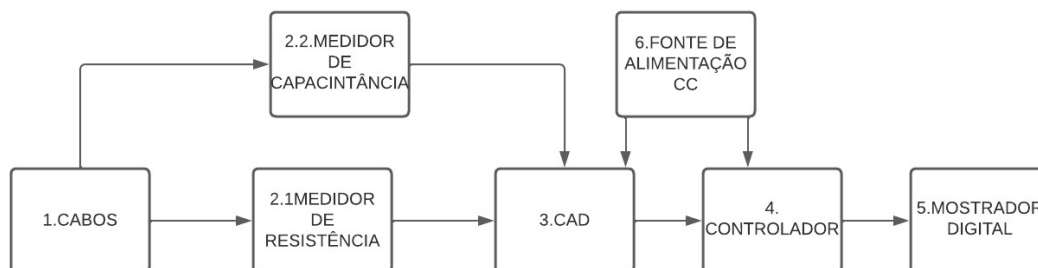


Figura 1:Diagrama em bloco do funcionamento do projecto

Fonte: Autor

Descrição funcional do sistema proposto:

Cabos

É através dos condutores dos cabos que medimos a resistência ou a capacitância e com isso localizar a zona de defeito.

Medidor de resistência

Este componente transforma a resistência de dois condutores do cabo que correspondem a parte a jusante do defeito em um sinal analógico correspondente que é alimentado ao conversor AD.

Medidor de capacitância

Este componente transforma a capacitância entre dois condutores do cabo que correspondem a parte jusante do defeito em um sinal analógico correspondente que é alimentado ao conversor AD.

Conversor de analógico para digital (A/D)

Este componente converte o sinal analógico para um correspondente sinal digital que é alimentado ao controlador.

Controlador

Este componente faz os cálculos necessários para determinar a distância que corresponde ao sinal de entrada e o envia para o mostrador. Ele também comanda o separador de circuitos para isolar a fonte de alimentação CA da linha defeituosa.

Mostrador

Esta componente mostra a localização da falha indicando a distância em metros ou em quilômetros de acordo com os parâmetros obtidos após a falta.

Fonte de alimentação CC

Este componente fornece a tensão CC necessária para todos os componentes que funcionam com a potência CC. Esses componentes são conversor AD, Controlador, Relés e o mostrador.

1.5 Objectivos

1.5.1 Objectivo geral

Detectar as falhas que ocorrem em cabos subterrâneos usando dispositivo que o faça a menos tempo possível

1.5.2 Objectivos específicos

- ✓ Explorar bibliografias relacionadas a instalação de cabos subterrâneos bem como métodos usados para detectar avarias de modo a enriquecer o conteúdo teórico;
- ✓ Avaliar diversas tecnologias de monitoramento de parâmetros de cabos para detecção de avarias.
- ✓ Selecionar componentes e projectar as partes funcionais do sistema proposto que incluem o mostrador, conversor AD, a fonte de alimentação CC, o circuito de detecção de parâmetros do cabo e o mostrador.
- ✓ Preparar um código de programação relativo ao sistema utilizando o Java C++ que irá accionar o microcontrolador do Arduíno.
- ✓ Construir um protótipo de sistema de detecção e localização de falhas em cabos subterrâneos integrando todos os componentes funcionais.

1.6 Alcances e limitações

Embora as falhas que ocorrem em redes subterrâneas incluam falhas de curto-circuito, circuito em aberto, falhas de isolamento, entre outras, este projecto tem como foco a localização de falhas de curto-circuito linha-linha e circuitos em aberto.

1.7 Metodología

1.7.1 Introdução

Neste capítulo são apresentados os métodos utilizados para elaborar o seguinte projecto. Além das informações obtidas pela revisão da literatura, apresentou-se os procedimentos e métodos que foram aplicados na realização de pesquisas e implementação do sistema, procedimentos usados, métodos de colecta de dados e tipos de dados colectados.

1.7.2 Procedimento usado

Nesta secção são descritos os métodos usados para obtenção da informação relacionada ao material e componentes usados. A seleção dum determinado componente foi baseada na sua qualidade e disponibilidade.

O seguinte fluxograma apresenta os passos que serão observados para a criação do projecto. O fluxograma foi criado com base nos objectivos específicos que concernem a implementação do sistema.



Figura 2: Representação da metodologia usada para implementação do projecto

Fonte: Autor

1.7.3 Implementação do sistema

O desempenho do sistema projectado foi simulado e demonstrado através do uso do software denominado *proteus professional* da *Labcenter electronics* e a programação do microcontrolador foi feita por meio do software; C++. Após a simulação, os resultados ofereceram a uma boa percentagem da possibilidade de haver êxito com a implementação do sistema em um protótipo físico.

1.7.4 Coleção de dados

Para a localização de faltas e projecto dos componentes funcionais do sistema de localização de faltas, alguns dados foram necessários principalmente da concessionária Eléctricidade de Moçambique (EDM).

1.7.5 Método usado para a coleção de Dados

Nesta secção foram reunidas todas as informações necessárias para justificar a necessidade da elaboração deste projecto. O método de coleção de dados foi dividido em dois tipos que são o de coleção de dados primários e o de coleção de dados secundários. Os dados foram obtidos através dos seguintes métodos:

- a) Entrevista;
- b) Experimentação; e
- c) Revisão da Literatura.

O principal objectivo da extração destes dados foi de buscar evidências que provassem a necessidade de haver o seguinte sistema.

As informações obtidas nesta secção são principalmente da concessionária e outras obtidos através da internet. Os dados secundários colectados foram obtidos de livros publicados, artigos e folhas de dados.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Introdução

Neste capítulo foram descritas informações relacionadas aos componentes que foram usados para a realização do projecto de modo a se fazer a seleção das melhores alternativas.

Uma vez que o projecto visa demonstrar competência na concepção e implementação de um sistema de localização de faltas em cabos subterrâneos de distribuição de energia, a informação recolhida foi tanto empírica quanto teórica.

2.2 Detecção de avaria em um curto-circuito

O curto-circuito pode ser determinado medindo-se a resistência entre dois cabos curto-circuitados em uma extremidade (estação base). (R., 2016)

O valor da resistência nos diz a localização exacta do curto-circuito.



Figura 3: Resistência medida entre dois cabos sem defeito.

Fonte: : Circuits4you.com

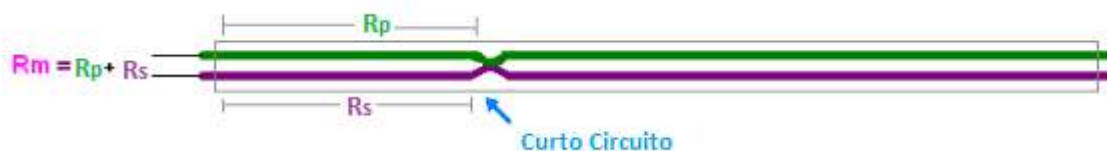


Figura 4: Resistência medida entre dois cabos curto-circuitados

Fonte: : Circuits4you.com

$$R_m = R_p + R_s \quad (1)$$

$$D_F = (R_m/R_X)/2 \quad (2)$$

Onde:

R_m - Resistência medida entre dois cabos;

R_p - Resistência do primeiro cabo;

R_s - Resistência do segundo cabo;

R_x -Resistência do cabo por quilometro;

D_F -Distância desde o ponto de estação até ao defeito.

2.2.1 Medidor de resistência eléctrica

resistência de um condutor

A resistência de um condutor, cujo símbolo é R , consiste na oposição que um material oferece à passagem de uma corrente eléctrica, convertendo parte da sua energia em calor. A resistência R de um condutor depende da sua secção A , do seu comprimento L e da resistividade do material de que é formado ρ , factores que se encontram relacionados pela fórmula:

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (3)$$

A unidade SI de resistência de um condutor é o ohm(Ω) em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854).

Nos circuitos de corrente contínua, a resistência (resistência óhmica) é a soma das resistências dos vários elementos que integram cada circuito. É calculada indiretamente pela aplicação da lei de Ohm:

$$R = \frac{U}{I} \quad (4)$$

onde:

R - É a resistência óhmica expressa em ohms;

U - é a diferença de potencial aplicada nos terminais do circuito expressa em volts;

I - representa a intensidade de corrente que circula ao longo do mesmo circuito em amperes.

Nos circuitos de corrente alternada, a resistência eléctrica total recebe o nome de impedância (Z), sendo constituída por uma componente resistiva, equivalente à resistência óhmica dos circuitos com corrente contínua e uma componente reactiva (X) ou reactância, que se encontram ligadas pela expressão:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} \quad (5)$$

2.2.2 Circuitos que podem ser usados para medir a resistência

- i) Amperímetro e Voltímetro
- ii) Ponte de Wheatstone
- iii) Divisor de tensão com uma fonte constante de corrente contínua.

Para o método de uso de Amperímetro e Voltímetro, após realizarmos as medidas devemos calcular a resistência pela relação dada pela primeira lei de Ohm que é a equação (4) (Pinto, 2020).

Para o método usando a ponte de Wheatstone deve-se garantir um certo equilíbrio através dos componentes que constituem o circuito (Resistores) (Pinto, 2020).

Para o uso do método de divisor de tensão com uma fonte constante de corrente continua pode ser acoplada e controlada facilmente ao um certo controlador que irá medir directamente a queda de tensão que teremos na resistência do nosso condutor e a sua grande vantagem em relação á outros é de conseguir medir resistências muito pequenas com uma precisão aceitável. (R., 2016)

2.3 Detecção de avaria em um circuito aberto

O circuito aberto pode ser detectado medindo a capacitância entre dois fios. A capacitância do cabo muda de acordo com o comprimento. (Glover, Sarma, & Overbye, 2012)

O comprimento do cabo varia de acordo com a localização do corte do cabo (aberto). Como o cabo está aberto, a capacitância do fio paralelo é reduzida com base nisso, podemos calcular a localização da falha.



Figura 5: Capacitância entre os cabos em bom estado

Fonte: Circuits4you.com



Figura 6: Capacitância entre os cabos em que um encontra-se em aberto

Fonte: : Circuits4you.com

$$D_F = C_m / C_x \quad (6)$$

Onde:

C_m - Capacitância medida entre dois cabos;

C_x - Capacitância criada entre dois cabos por quilómetro;

L_c - Comprimento total do cabo;

D_F - Distância desde ao ponto de estação até ao local de defeito.

2.3.1 Capacitância de uma Linha Trifásica com espaçamento entre Condutores Desiguais (Caso geral)

Quando os espaçamentos entre os condutores de uma linha são desiguais, o cálculo da capacitância torna-se mais difícil. Nas linhas usuais não transpostas as capacitâncias entre a fase e o neutro não são iguais entre si. Nas linhas transpostas as capacitâncias médias fase-neutro de todas as fases para um ciclo de transposição completo são iguais uma vez que todos os condutores ocupam as mesmas posições em cada ciclo de transposição (Glover, Sarma, & Overbye, 2012). Contudo, a diferença em capacitância entre linhas transpostas e não transpostas é muito pequena. Por essa razão e para simplificar os cálculos tem sido frequentemente como se todas as linhas fossem transpostas. A figura 7 mostra a vista transversal de uma linha trifásica com espaçamento entre condutores assimétrico.

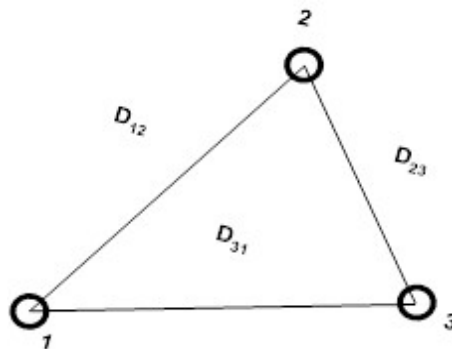


Figura 7: Vista transversal de uma linha trifásica com espaçamento entre condutores assimétrico

Fonte: (Sistema eléctrico de potência: Duncan, Glover)

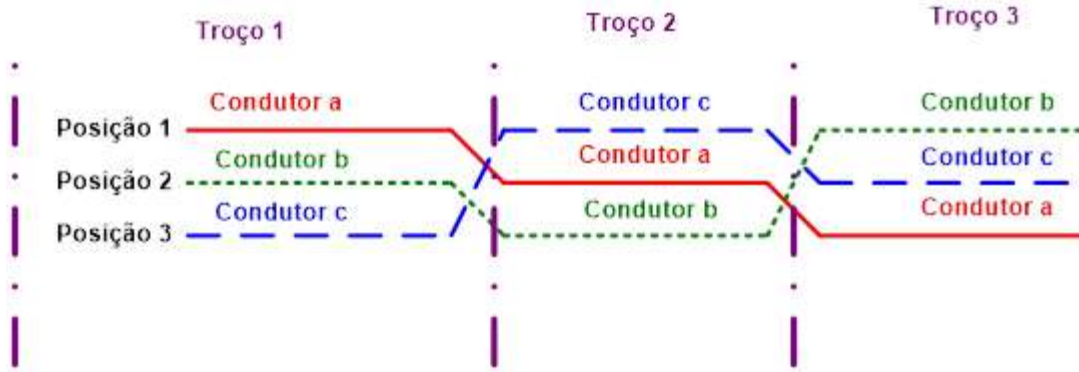


Figura 8: Ilustração de um ciclo completo de transposição de uma linha trifásica

Fonte: (Sistema eléctrico de potência: Duncan, Glover)

Considerando-se um ciclo completo de transposição como mostrado na figura 8 vem:

- Para a fase **a** na posição **1**, fase **b** na posição **2** e fase **c** na posição **3**:

$$\bar{U}_{ab} = \frac{1}{2\pi\epsilon} (\bar{Q}'_a \ln \frac{D_{12}}{r} + \bar{Q}'_b \ln \frac{r}{D_{12}} + \bar{Q}'_c \ln \frac{D_{23}}{D_{31}}) \quad (7)$$

- Para a fase **a** na posição **2**, **b** na posição **3** e **c** na posição **1** vem:

$$\bar{U}_{ab} = \frac{1}{2\pi\epsilon} (\bar{Q}'_a \ln \frac{D_{23}}{r} + \bar{Q}'_b \ln \frac{r}{D_{23}} + \bar{Q}'_c \ln \frac{D_{31}}{D_{12}}) \quad (8)$$

- Para a fase **a** na posição **3**, **b** na posição **1** e **c** na posição **2** vem:

$$\bar{U}_{ab} = \frac{1}{2\pi\epsilon} (\bar{Q}'_a \ln \frac{D_{31}}{r} + \bar{Q}'_b \ln \frac{r}{D_{31}} + \bar{Q}'_c \ln \frac{D_{12}}{D_{23}}) \quad (9)$$

O valor médio da tensão entre a e b, assumindo uma distribuição de carga linear uniforme em todas as partes do ciclo de transposição, pode ser determinado somando (7)-(9) e dividindo a soma por 3, isto é:

$$\begin{aligned} \bar{U}_{ab\text{médio}} &= \frac{1}{6\pi\epsilon} (\bar{Q}'_a \ln \frac{D_{12}D_{23}D_{31}}{r^3} + \bar{Q}'_b \ln \frac{r^3}{D_{12}D_{23}D_{31}} + \bar{Q}'_c \ln \frac{D_{12}D_{23}D_{31}}{D_{12}D_{23}D_{31}}) \\ &= \frac{1}{6\pi\epsilon} \cdot \left[3\bar{Q}'_a \ln \left(\sqrt[3]{\frac{D_{12}D_{23}D_{31}}{r}} \right) + 3\bar{Q}'_b \ln \left(\frac{r}{\sqrt[3]{D_{12}D_{23}D_{31}}} \right) \right] \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{2\pi\epsilon} (\bar{Q}'_a \ln \frac{D_{eq}}{r} + \bar{Q}'_b \ln \frac{r}{D_{eq}}) \quad (10)$$

Onde:

$$D_{eq} = \sqrt[3]{D_{12}D_{23}D_{31}}$$

Analogamente, a tensão entre os condutores a e c é:

$$\bar{U}_{ac} = \frac{1}{2\pi\epsilon} (\bar{Q}'_a \ln \frac{D_{eq}}{r} + \bar{Q}'_c \ln \frac{r}{D_{eq}}) \quad (11)$$

Somando \bar{U}_{ab} e \bar{U}_{ac} , vem:

$$3\bar{U}_{an} = \bar{U}_{an} + \bar{U}_{an} = \frac{1}{2\pi\epsilon} (2\bar{Q}'_a \ln \frac{D_{eq}}{r} + \bar{Q}'_b \ln \frac{r}{D_{eq}} + \bar{Q}'_c \ln \frac{r}{D_{eq}}) \quad (12)$$

Uma vez que $\bar{Q}'_a + \bar{Q}'_b + \bar{Q}'_c = 0$

$$\bar{U}_{an} = \frac{\bar{Q}'_a}{2\pi\epsilon} \ln \frac{D_{eq}}{r} \quad (13)$$

Donde:

$$C'_n = \frac{\bar{Q}'_a}{\bar{U}_{an}} = \frac{2\pi\epsilon}{\ln \frac{D_{eq}}{r}} \quad (14)$$

2.3.2 Circuitos que podem ser usados para medir a capacitância

Um medidor de capacitância pode ser feito dependendo da mesma propriedade básica dos capacitares - a constante de tempo (R., 2016). A constante de tempo de um capacitor é definida como o tempo que leva para a tensão no capacitor atingir 63,2% de sua tensão quando totalmente carregado (Físic, 2015). Capacitores maiores levam mais tempo para carregar e, portanto, têm constantes de tempo maiores. Um microcontrolador pode medir a capacitância porque o tempo que um capacitor leva para carregar está diretamente relacionado à sua capacitância pela equação:

$$TC = R \times C \quad (15)$$

TC -é a constante de tempo do capacitor (em segundos);

R -é a resistência do circuito (em Ohms);

C -é a capacitância do capacitor (em Farads).

2.4 Conversor de analógico para digital (CAD)

O conversor analógico-digital (frequentemente abreviado por conversor A/D, ADC ou ainda CAD) é um dispositivo eletrônico capaz de gerar uma representação digital a partir de uma grandeza analógica, normalmente um sinal representado por um nível de tensão ou intensidade de corrente eléctrica.

Existem duas formas principais de se fazer a conversão do sinal analógico para digital e são:

- i) Uso de um circuito integrado conversor AD como o 0809 por exemplo, que implicaria na ampliação do projecto físico e conseqüentemente no aumento do custo do projecto;
- ii) Uso de microcontrolador com um conversor AD integrado, tal como o AtMega 328p ou PIC 16F877A, que em simultâneo serviria de controlador no sistema (Multilógica-Shop, 2014).

2.5 Controlador

O controlador tem o papel fundamental de receber os dados vindos do Medidor de resistência ou do Medidor de capacitância, interpretá-los e enviar os resultados para o mostrador. Com isso podemos dizer que o controlador é o cérebro do projecto.

Existem vários circuitos que podem ser usados como controladores actualmente em uso, mas para a elaboração deste projecto focou-se no uso de microcontroladores por serem menores e relativamente baratos para projectos de pequeno porte.

Em todos os projectos, é muito importante a escolha de um microcontrolador adequado para realizar as funções que lhe são dadas.

A seguir estão algumas das opções mais utilizadas e que podem ser úteis para este projecto:

- i) Placa Arduíno
- ii) Microcontrolador PIC
- iii) Microcontrolador da AVR

As placas Arduíno basicamente contêm microcontroladores AVR, além de outros vários componentes periféricos tais como sensores para o aprimoramento das funções. Geralmente eles possuem também conversores AD e/ou conversores DA. Todos esses microcontroladores requerem o uso de linguagens de programação C e/ou C++.

2.6 Mostrador

O mostrador mostrará a distância em metros ou em quilómetros, onde se encontra o local de defeito que será calculada pelo controlador.

Os mostradores mais comuns são os de tipo LED e LCD's.

- i) Mostrador LED, as imagens são geradas pelos díodos emissores de luz e apresenta um consumo de energia ligeiramente baixo em relação ao mostrador LCD sendo ele um dispositivo de alto custo.
- ii) Mostrador LCD é formada por uma tela de cristal liquido iluminada por uma lâmpada fluorescente que imite uma luz branca e ilumina as celas das cores primarias (vermelho, verde e azul). O mostrador LCD é considerada ideal para salas iluminadas por ter uma imagem mais opaca em relação o mostrador LED e é ideal para imagens estáticas e com de baixo custo.

2.7 Fonte de alimentação CC

A fonte de alimentação CC é necessária para a operação de componentes como controlador, mostrador e unidade CAD. Existem duas opções para o uso de uma fonte de alimentação CC. Estes são os seguintes:

- i) Uso de uma bateria. Este método garante a disponibilidade de energia mesmo se a fonte principal de energia alternada estiver desligada. A única desvantagem de usar uma fonte auxiliar de energia neste projecto seria o problema da variação da tensão do terminal da bateria, levando em consideração que a bateria é a fonte auxiliar mais utilizada.
- ii) Uso de uma fonte de potência regulada e rectificada DC. O uso deste sistema garante uma saída estável só que seria desvantajoso em caso em que a fonte principal estivesse desregulada pois não haveria nenhuma energia alternada a ser rectificada.

2.8 Tecnologias usadas para localização de faltas em cabos subterrâneos

Esta secção apresenta alguns sistemas de localização de avarias existentes em cabos subterrâneos e algumas de suas desvantagens em relação ao sistema proposto. Duas técnicas modernas de localização de avarias foram seleccionadas para avaliação apresentando-se as suas vantagens e desvantagens. Estes são:

- i) Reflectometria de Domínio de Tempo (TDR) e
- ii) Gerador de Surtos.

2.8.1 Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR)

A Reflectometria no Domínio do Tempo (TDR) usa uma técnica de descoberta de alcance de eco de pulso, semelhante à usada por sistemas sonar, para medir a distância ou as mudanças na estrutura do cabo. Ele transmite pulsos de baixa tensão de curta duração (até 50 V) a uma alta taxa de repetição no cabo e medindo o tempo necessário para que eles reflitam de áreas onde o cabo tem baixa impedância, como em uma falha. As reflexões são traçadas em um display gráfico com amplitude no eixo y e tempo decorrido, que está directamente relacionado à distância até a posição da falha, no eixo x. O TDR envia um sinal de baixa energia através do cabo, não causando degradação do isolamento. Um cabo teoricamente perfeito retorna o sinal em um tempo conhecido e em um perfil conhecido. As

variações de impedância em um cabo "real" alteram tanto o tempo quanto o perfil, que a tela ou impressão do TDR representa graficamente. Este gráfico (chamado de "traço") fornece ao usuário distâncias aproximadas para "pontos de referência", como aberturas, conexões, derivações em Y, transformadores e entrada de água.

Uma fraqueza do TDR é que ele não identifica falhas. O TDR é preciso dentro de cerca de 5% da faixa de teste. Às vezes, essa informação por si só é suficiente. Outras vezes, serve apenas para permitir batidas mais precisas. Por exemplo, uma falha de 500 m pode ser localizada em uma faixa de distância de 475 m a 525 m. Isso significa que para a distância de 50 m, outro método, como o de gerador de surtos, pode ser necessário para identificar o local da falha.

Outra desvantagem do TDR é que os reflectómetros não podem detectar apenas falhas com resistências muito maiores que 200 ohms. Portanto, no caso de uma "falha de sangramento do cabo por exemplo" ao em vez de um curto-circuito ou quase curto, o TDR não conseguiu fazer alguma detecção.

2.8.2 Gerador de Surtos

O gerador de surtos de alta tensão, ou *'thumper'*, é um dispositivo portátil que injecta um pulso CC de alta tensão (normalmente até 30 kV) na terminação da superfície do cabo a ser testado (Localização de falhas em cabos , 2020). Se a tensão for alta o suficiente para causar a ruptura da falha subterrânea, ela cria um arco, resultando em um som de pancada característico no local exacto da falha.

Historicamente, a localização de falhas era realizada por várias técnicas de medição e definindo o gerador de surto para bater repetidamente e, em seguida, percorria-se a rota do cabo até que o ruído pudesse ser ouvido. Quanto maior a tensão CC aplicada, mais alto o estrondo resultante e mais fácil se torna encontrar a falha.

No entanto, para cabos mais longos, pode levar dias para se localizar uma falha usando esse método - durante o qual o cabo é exposto a batidas de alta tensão

potencialmente prejudiciais. Portanto, embora a falha existente possa ser localizada, outras partes do cabo podem ser enfraquecidas durante o processo. Cabos que foram testados com este método tendem a falhar mais cedo do que seria esperado.

Geralmente, as técnicas de localização de falhas existentes enfrentam os seguintes desafios:

- Todos são métodos *off-line*, pois são usados para detectar a localização de avaria depois que ela ocorreu e os cabos foram desenergizados.
- O custo total da unidade localizadora pode ser muito maior do que o sistema proposto.
- A interpretação dos resultados pode ser muito complexa.
- O processo de localização de faltas pode ser muito árduo em sistemas de energia mais complexos em comparação com cabos de linha única.

3 COLEÇÃO DE DADOS

3.1 Introdução

O seguinte capítulo destinou-se a obtenção de informações necessárias que ajudaram a alcançar os objectivos específicos traçados do projecto. Para o efeito foi feita uma entrevista aos responsáveis pela elaboração de projectos na concessionária da EDM.

As informações colectadas limitaram-se a técnicas usadas pela EDM para a localização e deteção de defeitos em cabos subterrâneos, estatísticas de falhas em cabos subterrâneos, Estação do ano em que varias avarias são observadas, Tempo médio de reparação de uma avaria e parâmetros do cabo comumente utilizado.

3.2 Técnicas usadas pela EDM para a localização e deteção de defeitos em cabos subterrâneos

A concessionária EDM tem usado basicamente dois métodos para localização de defeitos em cabos subterrâneos que são citados abaixo:

- i) Método manual;
- ii) Uso de um Surgeflex 32.

Método manual

De acordo com a concessionária EDM quando as avarias ocorrem elas são isoladas pelos dispositivos de protecção tais como os disjuntores, fusíveis e relés e após isso as falhas são localizadas através de métodos manuais resumem-se em quatro etapas, que são:

1. Análise da falha

Na análise da falha é determinada a característica da falha e definida a continuidade do procedimento.

2. Pré-localização

Na pré-localização a posição da falha é determinada com máxima precisão.

3. Rastreamento de rota de cabos e localização exata

A subsequente localização exacta destina-se à determinação exacta do local da falha, para limitar ao máximo possível os trabalhos de escavação e minimizar assim custos e o tempo de reparo.

4. Identificação de cabos

A isto é acrescentada a identificação de cabos, pois no local da falha vale identificar o cabo correto entre vários cabos. Isto é especialmente importante quando o local da falha não é visível externamente.

Uso de um Surgeflex 32

O Surgeflex 32 é um sistema móvel para testes de localização de falhas em cabos de baixa e média tensão.



Figura 9: Surgeflex 32

Fonte: Catálogo da sebakmt

Um dos métodos usados é o ARM (Método de Reflexão de Arco), este método é usado para pré-localização de falhas de resistência de até 32 kV. Falhas de condicionamento se necessário - é possível pela queima a curto tempo em vários níveis de tensão.

Falhas de resistência podem ser localizadas apenas com o TDR Teleflex T 30-E e sem ter que usar métodos de alta tensão. E encontra-se disponível apenas uma máquina para a localização de falhas na rede de todo país, em Moçambique.

3.3 Estatísticas de falhas em cabos subterrâneos

As estatísticas de falhas em cabos subterrâneos ao longo do ano não foram disponibilizadas pela EDM.

3.4 Estação do ano em que varias avarias são observadas

O maior número de falhas tem sido observado durante o período de verão devido a temperaturas relativamente altas e a maior solicitação de carga que, por conseguinte, acaba sobrecarregando os cabos.

3.5 Tempo médio de reparação de uma avaria (TMR)

Segundo a concessionária EDM, o tempo médio que é gasto para se poder reparar uma avaria em cabos subterrâneos é de cerca de 3h por cada avaria.

3.6 Quantidade monetária de potência que deixa de ser vendida durante a falha

A quantidade de energia que podia ser investida durante o tempo de reparação de uma avaria em unidade monetária é dada pela seguinte expressão:

$$Q_E = \epsilon \cdot TMR \cdot PMV \quad (16)$$

Onde:

Q_E -Quantidade monetaria a ser investida que é de 8Mt. (Mt)

ϵ -Quantidade de energia a ser vendida 1Kwh. (Kwh)

TMR -Tempo médio de reparação de uma avaria que é de 3h.(h)

PMV -Preço médio de venda de energia que é de 8.1Mt. (Mt)

Com isso temos que.

3.7 Parâmetros do cabo comumente utilizado

Constituição do cabo

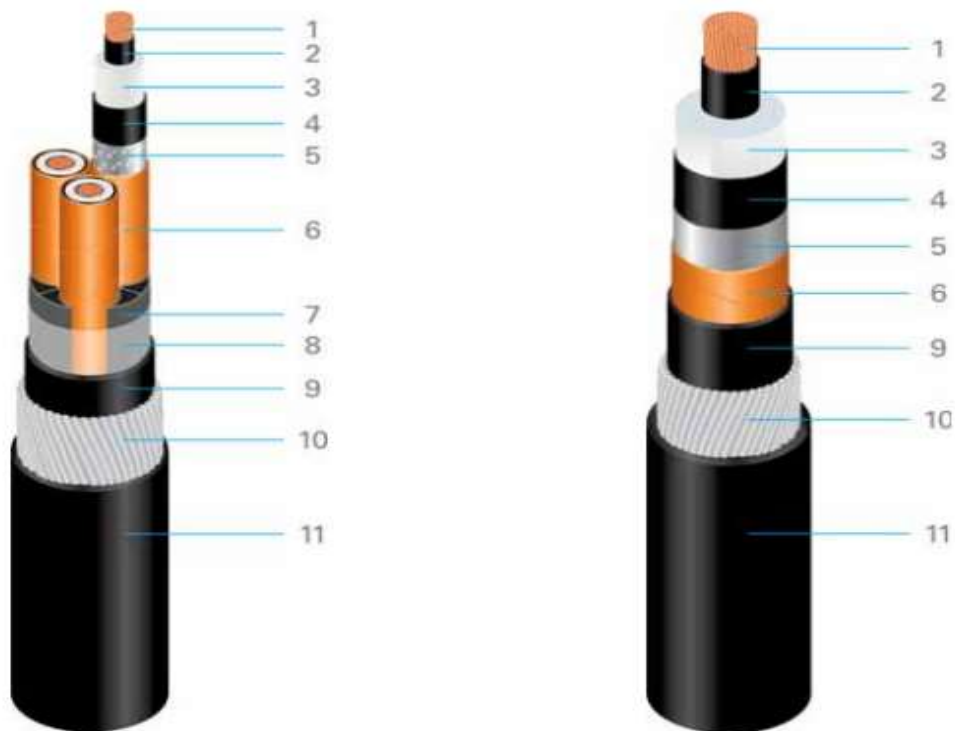


Figura 10: Constituição do cabo XLPE

Fonte: Catálogo da aberdare

1. Condutor - alumínio ou cobre
2. Tela condutora - camada semicondutora extrudada integral com:
3. Isolamento – XLPE
4. Tela central - camada semicondutora decapável livre extrudada
5. Fita numerada semicondutora
6. Tela metálica de aterramento - fita(s) de cobre
7. Enchimentos - material plástico pré-formado
8. Fita adesiva
9. Bainha interna
10. Blindagem (fio de aço ou fio de alumínio)
11. Bainha exterior

Propriedades do cabo

Devido ao facto de que o isolamento XLPE é resistente a altas temperaturas, este cabo é aplicado em casos em que as correntes são relativamente maiores.

Para XLPE, temperaturas do cabo em operação permanente atingem cerca de até 90 °C, enquanto para alguns casos, ele pode suportar temperaturas de até 130 °C por cerca de 8h. Em caso de curto-circuito, o cabo pode suportar temperaturas consideravelmente mais altas (até 250 °C).

Estas importantes características específicas, dão aos cabos isolados XLPE as seguintes vantagens:

- Adequado para uma temperatura permanente do condutor de 90 °C, resultando em uma alta capacidade de condução de corrente
- Adequado até 125 horas/ano, (nenhum evento com duração superior a 8 horas de forma contínua) em uma temperatura do condutor de cerca de 130 °C para que as cargas de emergência possam ser toleradas
- sem problemas de drenagem
- manuseio limpo

- custo relativamente baixo por kVA instalado
- instalação em edifícios (montagem vertical)
- instalação em vias com grande diferença de altura
- instalação em subestações e centrais eléctricas

As características eléctricas que serão usados durante a simulação do projecto encontram-se no anexo 1.

4 SELEÇÃO DOS COMPONENTES

4.1 Introdução

O seguinte capítulo ilustra como vários componentes necessários para o sistema proposto foram selecionados e dimensionados. Os componentes selecionados em cada secção foram usados para implementação do protótipo.

4.2 Medidor de resistência

Consiste em fonte de corrente constante de 100mAmp. Medir a queda de tensão em um resistor com corrente constante nos dá o valor da resistência obtida através da equação (4):

$$R = V/I$$

Cálculos

$$V = I \times R$$

$$R = V/I$$

Onde:

I = 100mAmp pois estamos usando fonte de corrente constante de 100mAmp

V= Medido pelo Arduíno

Calculo do valor da resistência do Vo para a fonte de corrente constante. A fonte de corrente constante é construída usando o CI LM317

Através da folha de dados sabe-se que a tensão entre Vo e o ADJ é de 1.25V, e é chamada de tensão de referência (Vref).

$$I_{const} = \frac{U_{ref}}{R} \rightarrow R = \frac{U_{ref}}{I_{const}}$$

$$R_1 = \frac{1.25V}{100mA} = 12.5\Omega$$

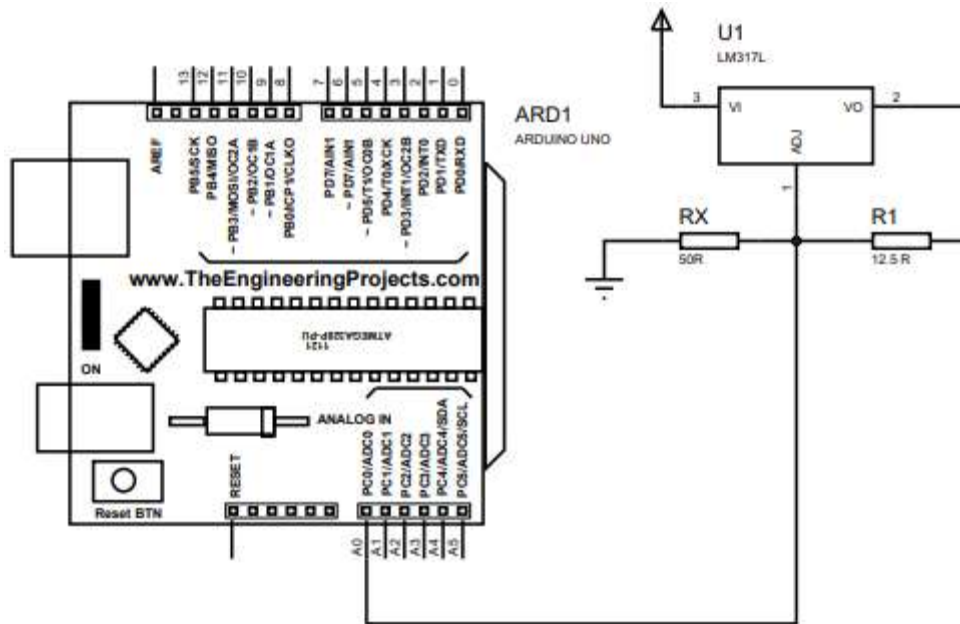


Figura 11: Controlador acoplado a um circuito medidor de resistência

Fonte: Autor

4.3 Medidor de capacitância

As resistências usadas para o carregamento tanto para o descarregamento não devem ultrapassar algumas dezenas de $k\Omega$ para garantir a condição de uma boa medida (Físic, 2015).

Para a resistência de carregamento R1 foi selecionada a resistência de $10k\Omega$ e para a resistência R2 que é a resistência de descarregamento foi selecionada a de 220Ω de modo a se garantir uma boa precisão durante a medição do tempo de descarregamento.

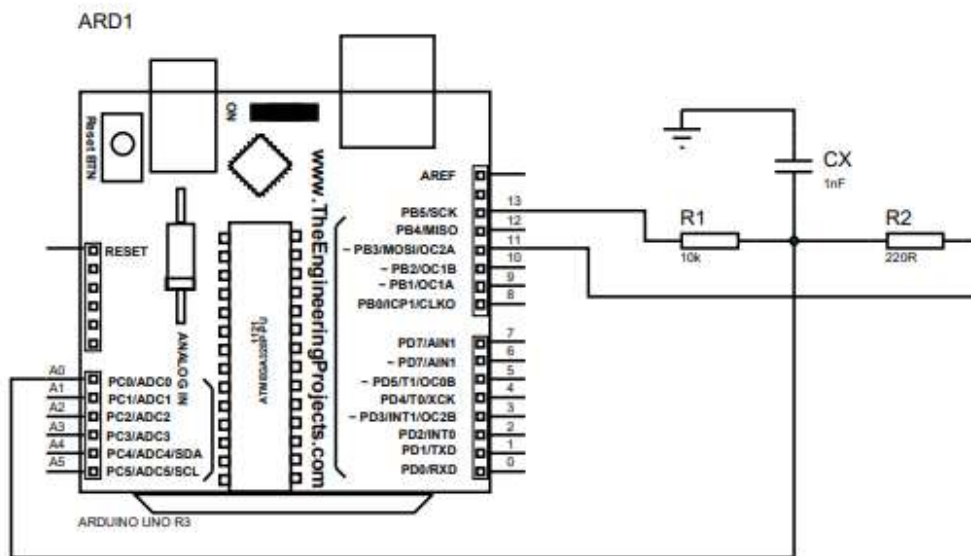


Figura 12: Controlador acoplado a um circuito medidor de capacitância

Fonte: Autor

4.4 Controlador

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica muito versátil e amplamente utilizada por estudantes, *hobbistas* e profissionais das mais diversas áreas. Ele pode ser encontrado a um preço relativamente barato no mercado.

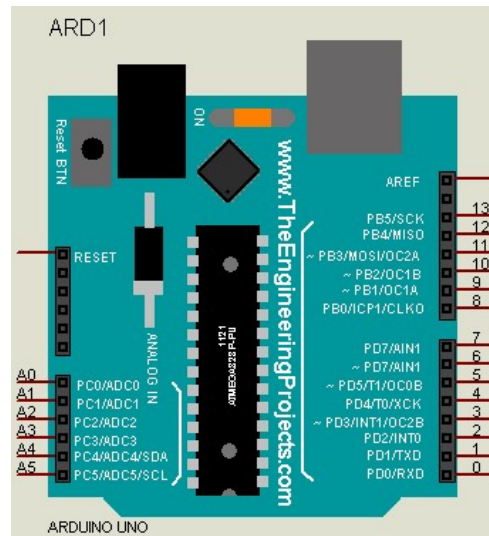


Figura 13: Arduíno Uno usado como controlador

Fonte: Simulador ISIS proteus

Os circuitos microprocessados tradicionais que constituem a parte central do Arduíno contêm normalmente quatro ou cinco circuitos integrados separados.

O microprocessador (CPU) que é um chip de memória de programa EEPROM, contém uma memória RAM e uma interface de entrada/saída.

No projecto do Arduíno UNO é utilizado um MCU ATmega328P que é um microcontrolador de 8 bits da família AVR

Esta família de microcontroladores é baseada na arquitetura do conjunto de instruções de 8 bits. O ATmega328P consiste em memória flash de 32 KB, SRAM de 2 KB e EEPROM de 1 KB.

Este é um microcontrolador ATmega de 28 pinos composto por 3 portas de E/S (PORTA, PORTB, PORTC). PORTA e PORTB possuem 8 pinos para receber/transmitir dados de E/S de 8 bits.

A porta restante tem um número diferente de pinos para comunicações de dados de E/S.

O ATmega 328P pode funcionar com diferentes fontes de clock internas e externas. Ele pode funcionar em uma faixa de frequência variada de 32 KHz a 20 MHz, possuindo três temporizadores integrados.

Existem vários periféricos embutidos como o CAD, comparadores, portas lógicas, filtros e oscilador neste CI.

Um programa de microcontrolador chamado Atmel Studio 7 foi usado para preparar um código de programa para accionar o microcontrolador. Tendo uma unidade CAD integrada, o microcontrolador não exige um chip CAD externo, mas sim a inicialização da secção CAD escrevendo um código convencional. O microcontrolador é capaz de realizar cálculos para determinar o comprimento do cabo (L) e isto é conseguido introduzindo a fórmula usada para este fim. A base do cálculo feito pelo microcontrolador é mostrada no anexo 3:

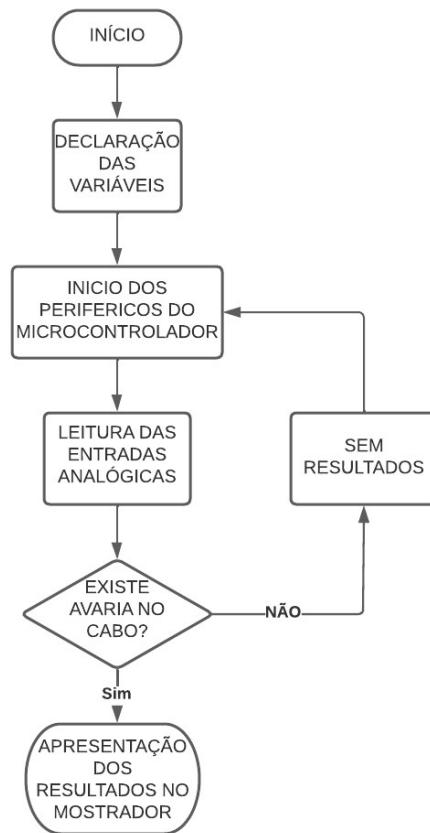


Figura 14: Diagrama funcional de operação do controlador

Fonte: Autor

4.5 Mostrador

O Mostrador é necessário para indicar a localização da falha. Uma variedade de Mostradores LCD está disponível para seleção, com os principais factores a serem considerados sendo a capacidade de exibição de caracteres, custo e consumo de energia. O LCD LM041L foi selecionado para uso. Nos LCD os dígitos '16' indicam que ele pode exibir 16 caracteres por linha enquanto 02 indica que possui 2 dessas linhas, por exemplo.

A figura abaixo mostra a estrutura genérica de um mostrador LCD.

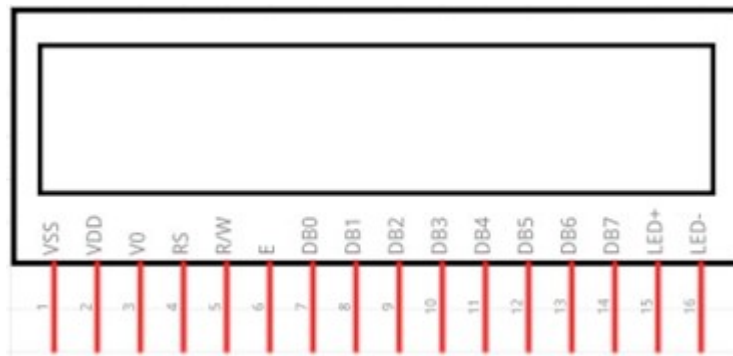


Figura 15: Pinagem do LCD

Fonte: EngineersGarage

A configuração dos pinos é atribuída de acordo com a tabela a seguir:

Fonte: Alex Vidigal Bastos

Tabela 1: Descrição funcional da pinagem do LCD

Pin No	Função	Nome
1	Terra (0V)	Vss
2	Positivo; 5V (4.7V – 5.3V)	Vdd
3	Contraste do LCD.	V_{EE}/V_o
4	Register Select	Rs
5	Read/Write	R/w
6	Envia dados para pinos de dados quando um flanco descendente é dado	Enable
7	8-bit data pins	DB0
8		DB1
9		DB2
10		DB3
11		DB4
12		DB5
13		DB6
14		DB7
15	VCC de luz de fundo (5V)	Led+
16	Terra da luz de fundo (0V)	Led-

4.6 Fonte de alimentação CC

O desempenho de um sistema electrónico depende da fonte de alimentação que o energiza pois fornece a corrente necessária para o circuito. Qualquer ruído de perturbação nesta fonte de alimentação pode causar problemas no funcionamento ou operação do circuito. Se houver algum desvio neste nível de alimentação, o circuito pode não funcionar correctamente.

Existem dois tipos de fontes de alimentação CC

1. Fonte de alimentação não regulada
2. Fonte de alimentação regulada

A fonte de alimentação não regulada apresenta as seguintes desvantagens:

- i) A tensão de saída diminui à medida que a corrente de carga aumenta;
- ii) A ondulação na tensão de saída aumenta à medida que a corrente de carga aumenta

Este tipo de alimentação não pode ser usado onde há mudança perceptível na corrente de carga com a frequência. A fonte de alimentação regulada é necessária em circuitos digitais, os circuitos em que os componentes não podem ter uma variação de cerca de 1% de mudança no nível de tensão como os microcontroladores por exemplo.

Abaixo está o procedimento para projectar uma fonte de alimentação regulada, o que significa que cada componente deve ser seleccionado para ter a tensão de saída regulada necessária com a corrente necessária. O procedimento requer cálculos baseados em algumas equações de projecto, suposições e aproximações que devem ser consideradas durante o projecto.

Projecto da parte não regulada

As partes principais do circuito são transformador, retificador e filtro.

Transformador

O transformador é o dispositivo que possui dois conjuntos de enrolamentos, um primário e outro secundário. A rede eléctrica de 220 V é alimentada ao enrolamento primário, que é transferido para o enrolamento secundário para produzir uma tensão induzida mais baixa.

A baixa tensão disponível no secundário do transformador é usada para a aplicação pretendida em circuitos electrónicos, no entanto, antes que essa tensão secundária possa ser usada, ela precisa primeiro ser rectificada, o que significa que a tensão precisa ser convertida em CC primeiro.

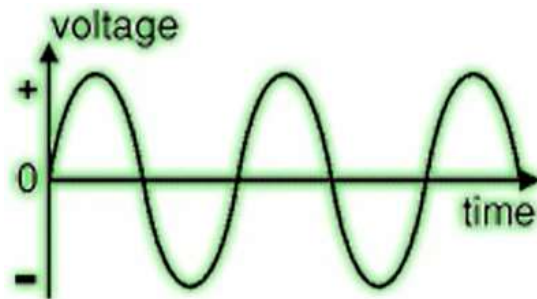


Figura 16: Forma de onda no lado secundário do transformador

Fonte: (Youtube: Simple Linear Adjustable Power Supply Tutorial (Based Around LM317) Part 1/2)

Conforme sabe-se que os circuitos electrónicos não funcionam com uma potência alternada há, portanto, a necessidade de se rectificar essa potência para CC.

Ponte rectificadora

Esta configuração é considerada a melhor e a mais utilizada quando se trata de um rectificador de onda completa.

O circuito de uma ponte rectificadora é constituída por quatro díodos conectados em configuração de ponte.

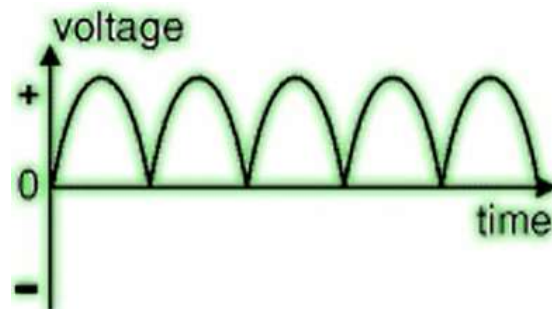


Figura 17: Forma de onda após a ponte rectificadora

Fonte: (Youtube: Simple Linear Adjustable Power Supply Tutorial (Based Around LM317) Part 1/2)

Potência dissipada em uma ponte

$$P_{ponte} = 2 \times V_q \times I_{carga} = 2 \times 0.7 \times 2 = 2.8W$$

P_{ponte} -Potência dissipada na ponte

V_q -Queda de tensão no diodo (0.7 para diodos de silicio)

I_{carga} -Corrente de carga

Filtro

O filtro é a parte da fonte de alimentação que elimina os componentes pulsantes da saída do retificador.

A capacitância do filtro capacitivo para 10% de ripple é dada pela seguinte expressão:

$$C = \frac{5 \times I_{carga}}{V_p \times f} \quad (17)$$

Onde:

V_p - É a tensão de pico(V)

f - É a frequência em hertz (Hz).

$$V_P = V_{RMS} \times \sqrt{2} = 18 \times 1.42 = 25.56V$$

Assim a capacitância fica:

$$C = \frac{5 \times 2}{25.56 \times 100} = 0.0039F$$

Após a ponte rectificadora a frequência é dobrada, isto $f = 2 \times 50Hz = 100Hz$

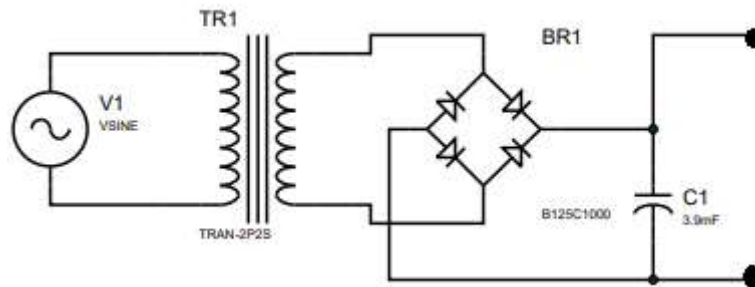


Figura 18: Circuito rectificador com um filtro capacitivo

Fonte: Autor

O filtro capacitivo foi considerado neste projecto por ser muito simples e eficaz. Quanto maior a capacitância do capacitor, melhor é o filtro. A figura 17 representa um circuito de uma fonte de alimentação não regulada com um transformador, retificador e um filtro



Figura 19: Onda pulsante após ser filtrada

Fonte: (Youtube: Simple Linear Adjustable Power Supply Tutorial (Based Around LM317) Part 1/2)

Parte reguladora

A parte adicional à fonte de alimentação não regulada é o regulador que normalmente está na forma de um CI. Vários CIs estão disponíveis para regulação de tensão, dependendo dos requisitos. Considera-se que a tensão de entrada do regulador deve ser maior do que a tensão de saída esperada em cerca de 3 V (Ahmed, 2000).

Para obter os 12 V na saída, a tensão de entrada deve ser de pelo menos 15 V, permitindo que as quedas de tensões directas de aproximadamente 2 V para dois díodos, já que um diodo apresenta uma queda de aproximadamente 0.7 V (Bates, 2016), a tensão de saída do transformador deve ser de pelo menos 17V.

18 V foi seleccionado como a tensão de saída do transformador.

A principal desvantagem do uso de reguladores de tensão lineares, como o LM 78XX, é a perda de potência resultante de quedas de tensão entre eles. A potência dissipada por um regulador pode ser calculada como:

$$P_{Reg} = I_{carga} \times (V_{entr} - V_{sai}) = 2 \times (15 - 12)$$

$$P_{Reg} = 6W$$

O chip seleccionado como regulador de tensão foi o LM 317T devido à alta corrente de saída de cerca de 5 A e capacidade de fornecer uma tensão de saída regulável.

A figura abaixo mostra a combinação de uma fonte de alimentação não regulada e um regulador de tensão LM 317T.

$$V_{out} = 1.25 \times \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \quad (18)$$

Arbitrando $R_1 = 240\Omega$

$$R_2 = 240 \times \frac{12 - 1.25}{1.25} = 2064\Omega$$

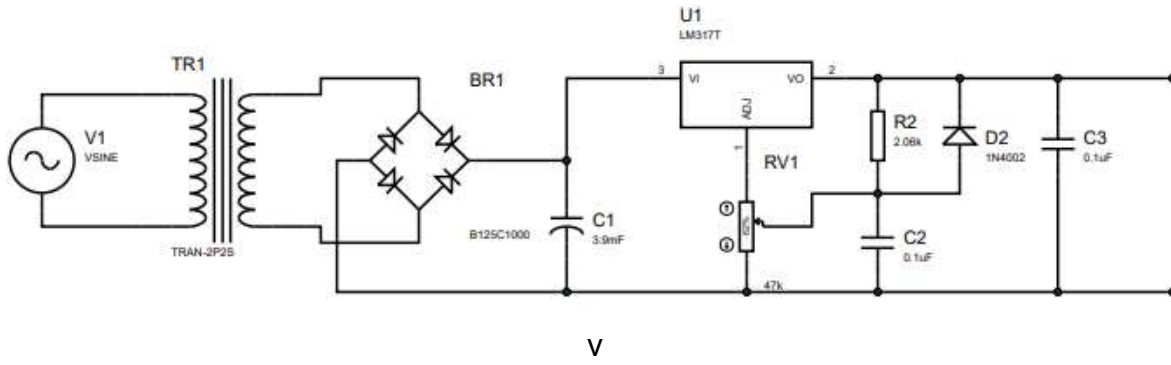


Figura 20: Constituição de uma fonte de corrente continua

Fonte: Autor



Figura 21: Forma de onda regulada

Fonte: (Youtube: Simple Linear Adjustable Power Supply Tutorial (Based Around LM317) Part 1/2)

5 MONTAGEM DO PROJECTO

5.1 Introdução

Este capítulo ilustra como o sistema foi implementado. A implementação do *software* bem como a sua a sua simulação no simulador ISIS Proteus.

5.2 Implementação do *software*

A figura abaixo representa o sistema de deteção de avarias antes da simulação

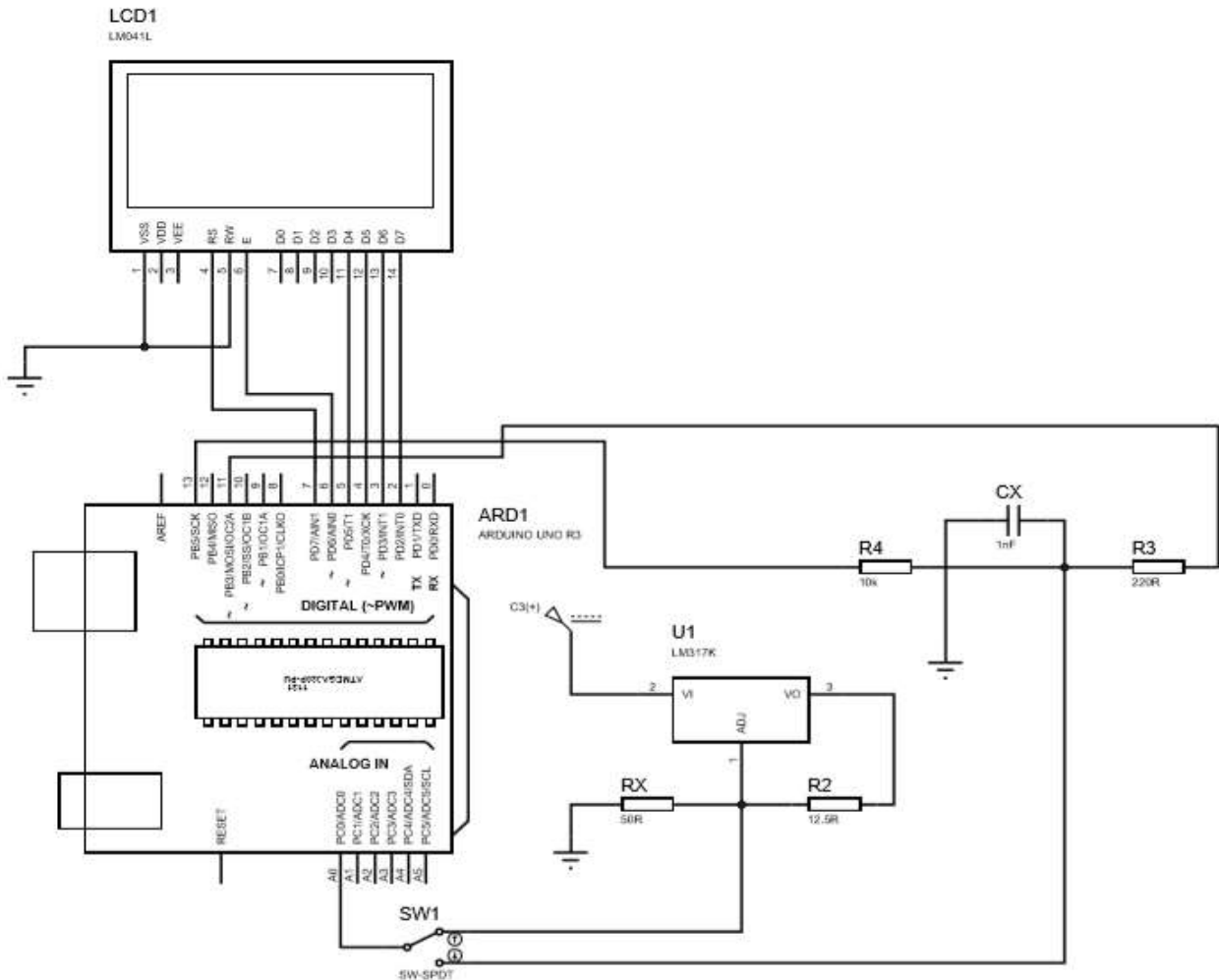


Figura 22: Dispositivo para detectar avarias em cabos subterrâneos

Fonte: Autor

5.3 Simulação do software

A figura abaixo representa a simulação de uma avaria que ocorreu num cabo trifásico com secção nominal de 120mm^2 com o isolamento XLPE cujas propriedades encontram-se no anexo 1.

Simulação

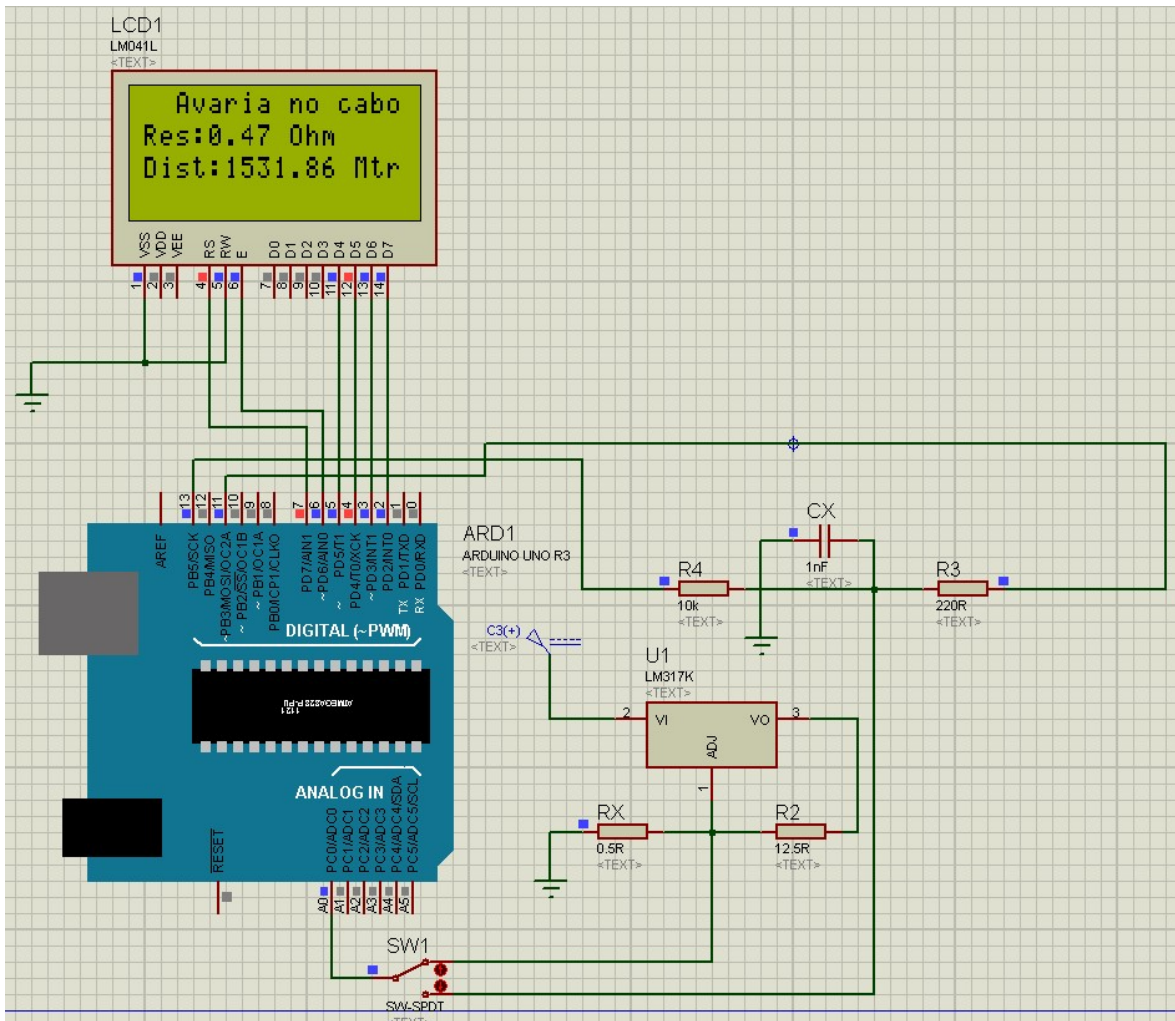


Figura 23: Simulação do dispositivo detector de avarias em cabos subterrâneos

Fonte: Autor

Custo do material

Fonte: Autor

Tabela 2: Custo de material

Produto	Unidade	Quantidade	Preço (Mt)	
			Unitário	Total
LCD (LM041L)	Unidades	1	273,7000	273,7000
Placa de Arduino UNO	Unidades	1	3690,380	3690,380
Regulador de tensão (LM317T)	Unidades	2	60,0000	120,0000
Resistor (2.06k ; 12,6)	Unidades	3	1,00000	3,000000
Transformador 220:18V	Unidades	1	2374,14	2374,140
Ponte rectificadora (B125C1000)	Unidades	1	563,000	563,0000
Díodo rectificador (1N4002)	Unidades	1	1,00000	1,000000
Capacitor (Electrolitico)	Unidades	2	3,00000	6,00000
Varistor	Unidades	1	3,00000	3,00000
Fios de ligação	Peças	50	128,000	128,000
Protoboard	unidades	1	200,000	200,000
TOTAL	-	-	-	7361,520

6 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

6.1 Introdução

Este capítulo apresenta o resumo do projecto desde seus objetivos até sua implementação e resultados obtidos durante a simulação. O projecto visava principalmente minimizar as dificuldades enfrentadas durante a detecção e localização de falhas em cabos subterrâneos.

6.2 Conclusão

Para a implementação do projecto pode-se perceber que se seguiu com os objectivos específicos traçados. Quanto a simulação o projecto apresentou-se funcional embora apresentando medições com alguma margem de erro,

O projecto seguinte pode indicar a resistência dos condutores curto-circuitados ou a capacitância entre dois condutores em caso em que um estiver em circuito aberto e com isso estimar a distância desde o ponto onde se encontra o dispositivo de detecção até ao ponto de defeito.

O projecto por ter a unidade de controlo que permite a conexão de diversos transdutores e ser reprogramável, permite com que o projecto seja melhorado consoante os parâmetros do ambiente assim como do próprio cabo utilizado para a instalação subterrânea.

6.3 Recomendações

Embora o protótipo esteja a funcionar de acordo com os requisitos funcionais, os factores que afectam a impedância da linha tais como a temperatura, a resistividade do solo deve ser levada em consideração durante a implementação para que possam ser feitos ajustes nos códigos de instrução sempre que forem detectadas algumas alterações. Geralmente, cada linha de distribuição de energia tem suas

propriedades e características distintas que devem ser minuciosamente estudadas e compreendidas para a instalação do dispositivo detector de avarias.

Referencias bibliográficas

1. (14 de novembro de 2020). Obtido em 08 de Junho de 2022, de Eletron Jun: <https://eletronjun.com.br>
2. (18 de Maio de 2022). Obtido em 03 de Junho de 2022, de Wikipédia: <https://pt.wikipedia.com>
3. ABERDARE. (2012). *Medium voltage Electric Cable - 6,6kV to 33kV*. Cape Town: Powertech.
4. Ahmed, A. (200). *Eletrônica de Potência*. Venezuela: Prentice Hall.
5. Bastos, A. V. (2015). *LCD (LiquidCrystal Display)*. Porto Alegre: Alex Vidigal Bastos.
6. Bates, A. M. (2016). *Eletrônica* (8th ed., Vol. I). Porto Alegre, Canada: Mx Graw Hill Education.
7. Físic, D. d. (2015). *Circuito RC: Processo de Carga e Descarga de Capacitores* . Salvaterra: Departamento de Física - ICE - UFJF.
8. Glover, J. D., Sarma, M., & Overbye, T. (2012). *Power System analysis and design* (5th ed.). United States: Cengage Learning.
9. (2020). *Localizaçãode falhas em cabos* . Austria: headoffice@baur.eu/pt.
10. Mattede, H. (2014).
11. Multilógica-Shop. (2014). *Arduino Guia iniciante*. Bogotá, Colombia: www.multilogica-shop.com.
12. Pinto, M. L. (2020). *Instrumentação e Medidas Eletroeletrônicas* . Santa Catarina: Instituto Federal.
13. Pro-Power. (2016). *Transformers Chassis Mounting*. Pro-power.

14.R., M. (12 de Julho de 2016). Obtido de Circuits4you.com:
<https://circuits4you.com>

Apêndices

Apêndice 1:

Código de programação para o dispositivo detector de avarias

Deteção de avarias em cabos subterrâneos baseado em um Arduíno

```
*/  
  
// inclui o código da biblioteca:  
  
#include <LiquidCrystal.h>  
  
// inicializa a biblioteca com os números dos pinos da interface  
LiquidCrystal lcd(7, 6, 5, 4, 3, 2);  
  
const double Rc = 0,000153; //Resistência do cabo por metro é 0,000153 Ohm/Mtr  
const double Cc = 0,0000046; //Capacitância do cabo por metro é 0,0000046 F/Mtr  
  
void configuração() {  
  
    // configura o número de colunas e linhas do LCD:  
  
    lcd.begin(16, 4);  
  
    // Imprime uma mensagem no LCD.  
  
/* Medição de Capacitância  
  
* Teoria Um capacitor carregará, através de um resistor, em uma  
constante de tempo, definida como T segundos onde  
  
*  $TC = R * C$   
  
* TC = período constante de tempo em segundos  
  
* R = resistência em ohms  
  
* C = capacitância em farads (1 microfarad (ufd) = 0,0000001 farad =  
10-6 farads)  
  
*  
  
* A tensão do capacitor em uma constante de tempo é definida como  
63,2% da tensão de carga.  
  
*/  
  
#define analogPin 0 // pino analógico para medir a tensão do capacitô
```

```

#define chargePin 13 // pino para carregar o capacitor - conectado a
uma extremidade do resistor de carga

#define descargaPin 11 // pino para descarregar o capacitor

#define resistorValue 10000.0F // 10K altere isso para qualquer valor
de resistor que você esteja usando

// O formatador F informa ao compilador que é um valor de ponto
flutuante

startTime longo não assinado;

tempo decorrido longo não assinado;

flutuar microFarads; // variável de ponto flutuante para preservar a
precisão, fazer cálculos

flutuar nanoFarads;

lcd.print("Avaria no cabo");

}

Void setup(){

pinMode(cargaPin, OUTPUT); // configura chargePin para saída
digitalWrite(cargaPin, LOW);

Serial.begin(9600); // inicializa a transmissão serial para depuração

}

void loop() {

double Vx=(5.0/1024.0) * analogRead(A0); //Tensão em Rx

duplo Rx = Vx / (1,25/12); //Resistência do Cabo (1.25/R2)=I Fonte de Corrente
Constante

digitalWrite(cargaPin, HIGH); // configura o chargePin HIGH e o
carregamento do capacitor

    startTime = millis(

```

```

while(analogRead(analogPin) < 648){ // 647 é 63,2% de 1023, que
corresponde à tensão em escala real

}

elapsedTime= millis() - startTime;

// converte milissegundos em segundos ( 10^-3 ) e Farads em
microFarads ( 10^6 ), net 10^3 (1000)

microFarads = ((float)tempo decorrido / resistorValue) * 1000;

Serial.print(tempo decorrido); // imprime o valor na porta serial

Serial.print("mS"); // imprime unidades e retorno de carro

if (microFarads > 1){

    Serial.print((longo)microFarads); // imprime o valor na porta
serial

    Serial.println(" microFarads"); // imprime unidades e retorno de
carro

}

senão

{

    // se o valor for menor que um microFarad, converte para
nanoFarads (10^-9 Farad).

    // Esta é uma solução alternativa porque Serial.print não
imprimirá floats

    nanoFarads = microFarads * 1000,0; // multiplica por 1000 para
converter em nanoFarads (10^-9 Farads)

    Serial.print((longo)nanoFarads); // imprime o valor na porta
serial

```

```
    Serial.println(" nanoFarads"); // imprime unidades e retorno de
carro

}

/* descarrega o capacitor */

digitalWrite(cargaPin, LOW); // configura o pino de carga para LOW

pinMode(dischargePin, OUTPUT); // configura o pino de descarga para a
saída

digitalWrite(dischargePin, LOW); // configura o pino de descarga LOW

while(analogRead(analogPin) > 0){ // espera até que o capacitor esteja
completamente descarregado

}

pinMode(dischargePin, INPUT); // define o pino de descarga de volta
para entrada

}

//Exibir resistência do cabo

lcd.setCursor(0, 1); // coloca o cursor na coluna 0, linha 2

lcd.print("Res:");

lcd.print(Rx);

lcd.print("Ohm");

//Exibe a localização da falha

lcd.setCursor(0, 2); // coloca o cursor na coluna 0, linha 3

lcd.print("Dist:");

lcd.print((Rx/Rc)/2); // Localiza a localização da falha

lcd.print("Mtr");}
```

Anexos

Anexo 1

Tabela A1-2: Parametros do cabo XLPE tripolar



VULTEX Type A - Three Core
 XLPE insulated, copper tape screened, PVC bedded, galvanised steel wire armoured and PVC sheathed.



Constructional Data (nominal values)			Copper and Aluminium Conductors						Electrical Properties						Current Ratings							
Cable Dia- ctor Size (mm ²)	Diameter Over Conductor (mm)	XLPE Insulation Thickness (mm)	Diameter Over Bedding (mm)	SWA** Diameter (mm)	Diameter Overall (mm)	Cable Mass		Gross Mass		D.C.		A.C.		Reactance per phase	Capacitance per phase	Ground		Ducts		Air		
						(kg/km)	(kg)	Resistance at 20°C (Ω/km)	Resistance at 90°C (Ω/km)	Reactance at 50 Hz (Ω/km)	Capacitance at 50 Hz (nF/km)	(A)	(A)			(A)	(A)	(A)	(A)			
Rated Voltage 3.0/6.0kV																						
25	5.9	2.5	33.4	2.0	41.8	3.730	1.325	0.277	0.927	0.117	249	140(69)	115(71)	150(66)								
35	7.0	2.5	35.7	2.0	44.3	4.230	1.535	0.524	0.658	0.111	275	170(70)	135(77)	185(69)								
50	8.2	2.5	38.3	2.5	48.3	5.320	4.430	0.387	0.641	0.494	0.822	0.106	304	200(71)	155(71)	150(78)	220(67)	170(67)				
70	9.8	2.5	41.9	2.5	52.1	6.395	5.045	0.268	0.443	0.342	0.659	0.100	345	240(72)	190(72)	180(78)	270(67)	210(67)				
95	11.5	2.5	45.8	2.5	56.2	7.590	5.765	0.193	0.330	0.247	0.410	0.095	389	280(72)	225(72)	220(78)	330(67)	250(67)				
120	13.0	2.5	49.1	2.5	59.7	8.650	6.345	0.153	0.253	0.195	0.225	0.092	424	325(73)	255(73)	250(79)	375(67)	295(67)				
150	14.4	2.5	52.2	2.5	63.0	9.900	6.995	0.124	0.206	0.159	0.265	0.089	460	365(74)	285(74)	280(79)	425(67)	335(67)				
185	16.1	2.5	56.1	3.15	68.4	12.080	8.510	0.099	0.164	0.128	0.211	0.087	502	405(74)	320(74)	325(80)	255(79)	465(67)	395(67)			
240	18.7	2.8	62.3	3.15	75.0	14.240	9.670	0.075	0.125	0.098	0.161	0.084	549	450(75)	370(75)	370(80)	285(80)	555(67)	450(67)			
300	21.4	2.8	69.3	3.15	82.6	17.320	11.470	0.060	0.100	0.079	0.130	0.083	577	510(76)	410(75)	420(81)	330(81)	540(67)	515(67)			
Rated Voltage 6.35/11kV																						
25	5.9	3.4	37.5	2.5	47.3	4.655	1.675	0.727	0.927	0.124	201	140(69)	115(71)	150(66)								
35	7.0	3.4	39.7	2.5	49.7	5.215	1.840	0.524	0.658	0.118	221	170(69)	135(77)	185(69)								
50	8.2	3.4	42.4	2.5	52.6	5.895	5.015	0.387	0.641	0.494	0.822	0.113	242	200(70)	155(71)	150(78)	220(67)	170(66)				
70	9.8	3.4	45.9	2.5	56.3	6.995	5.535	0.268	0.443	0.342	0.659	0.106	273	240(71)	190(81)	190(77)	275(66)	215(66)				
95	11.5	3.4	49.9	2.5	60.5	8.170	6.340	0.193	0.330	0.247	0.410	0.100	306	280(72)	225(72)	230(78)	330(66)	250(66)				
120	13.0	3.4	53.2	2.5	64.2	9.370	7.045	0.153	0.253	0.196	0.225	0.097	333	325(73)	255(72)	250(79)	375(67)	300(66)				
150	14.4	3.4	56.3	3.15	68.8	11.240	8.360	0.124	0.206	0.159	0.265	0.094	360	365(73)	285(73)	290(79)	430(66)	340(66)				
185	16.1	3.4	60.1	3.15	72.8	12.775	9.245	0.098	0.164	0.128	0.211	0.091	392	410(73)	320(73)	325(80)	285(79)	495(66)	395(66)			
240	18.7	3.4	66.0	3.15	79.1	14.955	10.580	0.075	0.125	0.098	0.161	0.089	440	470(74)	370(74)	370(80)	295(80)	570(66)	450(66)			
300	21.4	3.4	72.1	3.15	85.6	17.895	12.070	0.060	0.100	0.079	0.130	0.086	491	520(75)	420(75)	420(81)	330(81)	550(66)	520(66)			

Anexo:1

Tabela A1-3: Parametros do cabo XLPE tripolar

		* Rated Voltage 8,7/15kV																										
		25	35	50	70	95	120	150	185	240	300																	
50	8.2	8.0	30.0	2.0	38.6	2.185	1.900	94.0	85.5	0.387	0.641	0.494	0.822	0.149	0.270	135	200(71)	155(71)	225(68)	180(77)	125(78)	180(78)	140(78)	240(82)	150(82)	280(88)	205(88)	
70	9.8	8.0	31.6	2.0	40.3	2.515	2.070	1.075	94.5	0.288	0.443	0.342	0.568	0.141	0.289	147	245(72)	190(72)	270(68)	215(68)	198(79)	158(75)	215(78)	170(77)	300(63)	235(63)	330(59)	250(60)
95	11.5	8.0	33.4	2.0	42.2	2.885	2.280	1.180	1.010	0.193	0.320	0.247	0.410	0.133	0.249	162	280(73)	230(73)	315(71)	255(71)	238(79)	188(78)	255(80)	205(78)	350(64)	280(63)	380(60)	300(60)
120	13.0	8.0	34.8	2.0	43.6	3.215	2.485	1.285	1.080	0.153	0.253	0.196	0.325	0.128	0.242	173	325(73)	255(73)	350(72)	290(72)	260(80)	205(79)	280(80)	225(79)	410(65)	320(63)	430(62)	345(60)
150	14.4	8.0	36.4	2.5	46.4	3.805	2.825	1.535	1.240	0.124	0.208	0.159	0.285	0.124	0.236	185	385(74)	295(74)	395(74)	315(73)	290(80)	230(80)	310(81)	245(80)	385(64)	480(63)	580(61)	460(61)
185	16.1	8.0	38.2	2.5	48.3	4.255	3.080	1.670	1.320	0.099	0.164	0.128	0.211	0.120	0.230	199	410(75)	320(75)	420(75)	345(74)	325(81)	260(80)	335(81)	280(80)	520(65)	415(65)	540(64)	440(63)
240	18.7	8.0	40.8	2.5	50.9	4.890	3.410	1.995	1.555	0.075	0.125	0.098	0.161	0.115	0.222	220	480(76)	370(76)	470(77)	390(76)	370(81)	295(80)	370(81)	310(81)	610(67)	490(66)	610(66)	500(63)
300	21.5	8.0	43.7	2.5	54.1	5.775	3.880	2.255	1.680	0.060	0.100	0.079	0.130	0.111	0.214	243	505(77)	410(77)	495(78)	430(77)	410(81)	330(82)	400(82)	340(83)	680(67)	555(67)	670(66)	560(65)
400	24.3	8.0	47.2	2.5	57.7	6.845	4.450	2.665	1.945	0.047	0.078	0.063	0.102	0.107	0.207	266	575(78)	470(78)	545(78)	480(77)	460(82)	390(82)	440(83)	380(84)	800(68)	650(67)	750(67)	640(66)
500	28.5	8.0	49.6	2.5	60.3	7.995	4.970	3.010	2.105	0.037	0.061	0.051	0.080	0.104	0.202	283	650(79)	540(79)	600(79)	520(78)	520(83)	470(84)	480(84)	420(84)	920(68)	745(68)	830(68)	720(67)

		* Rated Voltage 12,7/22kV																										
		25	35	50	70	95	120	150	185	240	300																	
50	8.2	8.0	30.0	2.0	38.6	2.185	1.900	94.0	85.5	0.387	0.641	0.494	0.822	0.149	0.270	135	200(71)	155(71)	225(68)	180(77)	125(78)	180(78)	140(78)	240(82)	150(82)	280(88)	205(88)	
70	9.8	8.0	31.6	2.0	40.3	2.515	2.070	1.075	94.5	0.288	0.443	0.342	0.568	0.141	0.289	147	245(72)	190(72)	270(68)	215(68)	198(79)	158(75)	215(78)	170(77)	300(63)	235(63)	330(59)	250(60)
95	11.5	8.0	33.4	2.0	42.2	2.885	2.280	1.180	1.010	0.193	0.320	0.247	0.410	0.133	0.249	162	280(73)	230(73)	315(71)	255(71)	238(79)	188(78)	255(80)	205(78)	350(64)	280(63)	380(60)	300(60)
120	13.0	8.0	34.8	2.0	43.6	3.215	2.485	1.285	1.080	0.153	0.253	0.196	0.325	0.128	0.242	173	325(73)	255(73)	350(72)	290(72)	260(80)	205(79)	280(80)	225(79)	410(65)	320(63)	430(62)	345(60)
150	14.4	8.0	36.4	2.5	46.4	3.805	2.825	1.535	1.240	0.124	0.208	0.159	0.285	0.124	0.236	185	385(74)	295(74)	395(74)	315(73)	290(80)	230(80)	310(81)	245(80)	385(64)	480(63)	580(61)	460(61)
185	16.1	8.0	38.2	2.5	48.3	4.255	3.080	1.670	1.320	0.099	0.164	0.128	0.211	0.120	0.230	199	410(75)	320(75)	420(75)	345(74)	325(81)	260(80)	335(81)	280(80)	520(65)	415(65)	540(64)	440(63)
240	18.7	8.0	40.8	2.5	50.9	4.890	3.410	1.995	1.555	0.075	0.125	0.098	0.161	0.115	0.222	220	480(76)	370(76)	470(77)	390(76)	370(81)	295(80)	370(81)	310(81)	610(67)	490(66)	610(66)	500(63)
300	21.5	8.0	43.7	2.5	54.1	5.775	3.880	2.255	1.680	0.060	0.100	0.079	0.130	0.111	0.214	243	505(77)	410(77)	495(78)	430(77)	410(81)	330(82)	400(82)	340(83)	680(67)	555(67)	670(66)	560(65)
400	24.3	8.0	47.2	2.5	57.7	6.845	4.450	2.665	1.945	0.047	0.078	0.063	0.102	0.107	0.207	266	575(78)	470(78)	545(78)	480(77)	460(82)	390(82)	440(83)	380(84)	800(68)	650(67)	750(67)	640(66)
500	28.5	8.0	49.6	2.5	60.3	7.995	4.970	3.010	2.105	0.037	0.061	0.051	0.080	0.104	0.202	283	650(79)	540(79)	600(79)	520(78)	520(83)	470(84)	480(84)	420(84)	920(68)	745(68)	830(68)	720(67)

* Nota: SANS 1339 ** AWA = Aluminium Wire Armour # Horizontal Plane Spaced 150 mm (Double Bonded) NB: Figures in brackets are sheath temperature in Degrees Celsius Technical data on larger conductor sizes available on request.

Anexo 2

Tabela A2-4: Parametros do cabo XLPE monoplar

Constructional Data (Nominal values)		Copper and Aluminium Conductors						Electrical Properties						Current Ratings											
Conductor Size (mm²)	Conductor Dia. (mm)	XLPE Insulation Thickness (mm)	Date of Invention	AWG+ Conductor	Dia. Overall (mm)	Cable Mass (kg/km)	Conductor Mass (kg/1000m)	I.D. Resistance at 20°C (Ω/km)	A.C. Resistance at 90°C at 50 Hz (Ω/km)	Resistance per phase at 50 Hz (Ω/km)	Capacitance per phase (pF/m)	General 30°C		Dense 30°C		A/C 40°C									
												Temp. (°C)	Temp. (°C)	Temp. (°C)	Temp. (°C)										
75	5.9	2.5	9.8	1E	23.5	348	410	0.727	0.937	0.307	0.133	0.286	248	140073	165688	115728	130076	180681	185621						
75	7.0	3.5	11.9	1E	24.6	1180	461	0.534	0.686	0.127	0.275	225	110073	195691	135580	160078	80599	220503							
90	6.2	2.5	9.0	1E	25.7	1240	925	0.440	0.587	0.041	0.041	0.288	304	200775	160778	230771	160871	120771	185779	140778	230770	70770	260681	251681	
90	9.8	3.5	20.6	1E	27.4	1535	1060	0.430	0.542	0.043	0.043	0.295	345	246076	160778	278772	160771	195680	160779	220079	195679	280771	280771	330081	280681
90	11.5	3.5	22.4	1E	29.3	1880	1205	0.400	0.517	0.047	0.047	0.300	389	290078	220776	328772	200771	220080	160080	200080	300080	360071	290771	385881	280681
100	11.0	2.5	21.8	1E	30.8	2105	1380	0.380	0.500	0.049	0.049	0.303	434	325078	280777	380776	280871	280871	390871	390871	460071	390071	440071	440071	440071
100	14.4	3.5	25.2	1E	32.4	2500	1505	0.365	0.474	0.046	0.046	0.305	490	360078	280777	398776	280771	280771	390771	390771	460071	460071	530071	460071	530071
100	16.1	2.5	23.0	1E	34.3	3025	1880	0.340	0.444	0.044	0.044	0.285	560	400078	330079	440078	330071	330071	440071	440071	510071	440071	510071	510071	510071
140	9.7	2.0	20.8	2.0	34.2	3600	2105	0.295	0.418	0.038	0.038	0.270	548	460080	330079	440078	400078	370082	395871	385871	460071	460071	530071	530071	530071
150	11.5	2.8	24.8	2.0	41.5	4485	2505	0.260	0.360	0.030	0.030	0.270	577	520080	430078	530078	430078	430078	510084	430078	510084	430078	510071	510071	510071
150	14.5	3.0	28.8	2.0	45.6	5480	2940	0.240	0.340	0.028	0.028	0.268	604	580080	470078	560779	460078	470084	460084	460084	460084	530071	530071	530071	530071
200	16.5	3.2	30.6	2.5	48.7	6775	3715	0.215	0.315	0.021	0.021	0.268	618	650080	470078	560779	460078	470084	460084	460084	460084	530071	530071	530071	530071

Rated Voltage 0.35/11kV	
Conductor Size (mm²)	Current Rating (A)
75	140072
75	110072
90	160072
90	130072
100	180072
100	150072
140	230072
140	200072
150	260072
150	230072
200	320072
200	290072



VULTEX Type A - Single Core
 XLPE insulated, copper tape screened, PVC bedded, aluminium wire armored and PVC sheathed.



ABERDARE
 CABLES
 Driven by PowerTech

Anexo 2

Tabela A2-5: Parametros do cabo XLPE monopolar

* Rated Voltage 8,7/15kV																			
25	5,9	4,5	44,4	2,770	1,100	0,727	0,327	0,133	164	145(71)	115(78)	155(68)							
35	7,0	4,5	46,9	3,190	1,235	0,524	0,668	0,126	179	175(72)	140(78)	190(68)							
50	8,2	4,5	49,6	3,705	1,390	0,387	0,641	0,120	195	205(72)	160(72)	225(68)							
70	9,8	4,5	53,3	4,535	1,710	0,288	0,443	0,113	219	250(73)	190(73)	280(69)							
95	11,5	4,5	57,3	5,595	2,065	0,193	0,320	0,107	244	295(74)	230(74)	340(69)							
120	13,0	4,5	60,5	6,505	2,535	0,153	0,253	0,103	264	335(75)	260(75)	390(69)							
150	14,4	4,5	63,8	7,570	2,700	0,124	0,206	0,100	284	375(75)	290(75)	445(69)							
185	16,1	4,5	67,7	8,835	3,080	0,099	0,164	0,128	308	425(75)	330(75)	510(69)							
240	18,7	4,5	73,7	10,575	3,320	0,075	0,125	0,098	345	490(76)	380(76)	600(69)							
Rated Voltage 12,7/22kV																			
25	5,9	5,5	49,5	3,200	1,235	0,727	0,927	0,140	143	145(70)	115(74)	160(66)							
35	7,0	5,5	51,8	3,615	1,395	0,524	0,669	0,132	156	175(71)	140(75)	190(66)							
50	8,2	5,5	54,5	4,165	1,565	0,387	0,641	0,128	170	205(72)	160(72)	230(67)							
70	9,8	5,5	58,2	5,095	1,915	0,268	0,443	0,119	189	250(72)	190(72)	280(67)							
95	11,5	5,5	62,2	6,085	2,210	0,193	0,320	0,112	210	295(73)	230(73)	340(67)							
120	13,0	5,5	65,4	7,045	2,545	0,153	0,253	0,108	227	335(74)	270(77)	390(67)							
150	14,4	5,5	68,9	8,155	2,820	0,124	0,206	0,104	243	375(74)	300(78)	450(67)							
185	16,1	5,5	72,8	9,455	3,085	0,099	0,164	0,128	263	425(74)	340(78)	510(67)							
240	18,7	5,5	78,8	11,215	4,040	0,075	0,125	0,098	293	490(75)	390(75)	600(67)							
Rated Voltage 19/33kV																			
50	8,2	8,0	66,0	5,310	4,360	2,025	1,740	0,387	0,641	0,494	0,822	0,139	133	205(69)	160(69)	160(75)	125(75)	230(63)	180(62)
70	9,8	8,0	69,8	6,305	4,885	2,320	1,895	0,268	0,443	0,342	0,588	0,131	147	250(70)	190(70)	200(75)	155(76)	280(63)	225(63)
95	11,5	8,0	73,7	7,350	5,460	2,750	2,185	0,193	0,320	0,247	0,410	0,123	162	295(71)	230(71)	235(76)	180(77)	350(64)	270(64)
120	13,0	8,0	77,2	8,380	6,005	3,060	2,380	0,153	0,253	0,196	0,325	0,119	173	335(72)	260(72)	270(77)	210(78)	440(64)	310(64)
150	14,4	8,0	80,5	9,510	6,555	3,540	2,650	0,124	0,206	0,159	0,265	0,115	185	375(72)	290(72)	300(78)	235(78)	450(64)	350(64)
185	16,1	8,0	84,4	10,895	7,235	3,955	2,895	0,099	0,164	0,128	0,211	0,111	199	425(73)	330(73)	340(79)	260(79)	520(64)	400(64)
240	18,7	8,0	90,4	12,710	8,250	4,555	3,225	0,075	0,125	0,098	0,161	0,106	220	490(73)	390(73)	390(79)	305(79)	610(64)	480(64)

Annex 3

Transformers Chassis Mounting

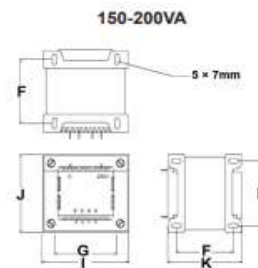
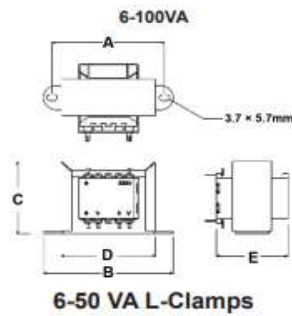


Features:

- Single 230V primary winding
- Double section imperial bobbin
- 6 to 200VA power, 50/60Hz
- Temperature class B (130°C)
- Dielectric strength 3,750V_{RMS}
- Manufactured and tested in accordance with EN60950 and EN61558

Specifications:

Max. Winding Temperature : 55°C
 Overall Insulation Rating : >50MΩ (at 500V, 20°C)
 Flash Test (isolation test) : Primary/Secondary/Lamination 2.4KV_{RMS}
 Winding Wire : Polyurethane coated IEC317 Grade 1
 Tape : 3M No 56 or 3M No 1350Y Thermosetting
 Core : 400/50
 Finish : Ultimeg 3.72 Clear



VA Rating	Reg % 2	A ±1	B ±1	C ±1	D ±1	E ±1	Weight
6	24	55	68	37	45	36	170g
12	16	74	90	50	60	45	390g
20	12	74	90	50	60	52	530g
50	9	94	106	65	79	58	985g

VA Rating	Reg % 2	F ±1	H ±1	I ±1	J ±1	K ±1	Weight
100	10	45	57	89	75	65	1,550g
150	9	62	63	88	74	78	2,100g
200	8	68	72	102	85	85	2,750g

Dimensions : Millimetres

Figura A3-6: Tabelas para a seleção de transformador

Anexo 3

Transformers

Chassis Mounting

Single Primary

Part Number	VA	Output V AC
CTFCS6-5	6	5
CTFCS6-6		6
CTFCS6-9		9
CTFCS6-12		12
CTFCS6-15		15
CTFCS6-18		18
CTFCS6-20	12	20
CTFCS6-24		24
CTFCS12-6		6
CTFCS12-9		9
CTFCS12-12		12
CTFCS12-20		20
CTFCS12-24	24	

Part Number	VA	Output V AC
CTFCS20-6	20	6
CTFCS20-9		9
CTFCS20-12		12
CTFCS20-15		15
CTFCS20-18		18
CTFCS20-20		20
CTFCS20-24	50	24
CTFCS50-6		6
CTFCS50-12		12
CTFCS50-15		15
CTFCS50-18		18
CTFCS50-24		24

Part Number	VA	Output V AC
CTFCS100-9U	100	9
CTFCS100-12U		12
CTFCS100-18U		18
CTFCS100-24U		24
CTFCS100-50U	150	50
CTFCS150-12U		12
CTFCS150-18U		18
CTFCS150-24U		24
CTFCS200-9U	200	9
CTFCS200-18U		18
CTFCS200-24U		24
CTFCS200-50U		50

Part Number Table

Description	Part Number
Transformer, 6VA, 2 × 5V	CTFCS6-5
Transformer, 6VA, 2 × 6V	CTFCS6-6
Transformer, 6VA, 2 × 9V	CTFCS6-9
Transformer, 6VA, 2 × 12V	CTFCS6-12
Transformer, 6VA, 2 × 15V	CTFCS6-15
Transformer, 6VA, 2 × 18V	CTFCS6-18
Transformer, 6VA, 2 × 20V	CTFCS6-20
Transformer, 6VA, 2 × 24V	CTFCS6-24
Transformer, 12VA, 2 × 6V	CTFCS12-6
Transformer, 12VA, 2 × 9V	CTFCS12-9
Transformer, 12VA, 2 × 12V	CTFCS12-12
Transformer, 12VA, 2 × 20V	CTFCS12-20
Transformer, 12VA, 2 × 24V	CTFCS12-24
Transformer, 20VA, 2 × 6V	CTFCS20-6
Transformer, 20VA, 2 × 9V	CTFCS20-9
Transformer, 20VA, 2 × 12V	CTFCS20-12
Transformer, 20VA, 2 × 15V	CTFCS20-15
Transformer, 20VA, 2 × 18V	CTFCS20-18
Transformer, 20VA, 2 × 20V	CTFCS20-20

Description	Part Number
Transformer, 20VA, 2 × 24V	CTFCS20-24
Transformer, 50VA, 2 × 6V	CTFCS50-6
Transformer, 50VA, 2 × 12V	CTFCS50-12
Transformer, 50VA, 2 × 15V	CTFCS50-15
Transformer, 50VA, 2 × 18V	CTFCS50-18
Transformer, 50VA, 2 × 24V	CTFCS50-24
Transformer, 100VA, 2 × 9V	CTFCS100-9U
Transformer, 100VA, 2 × 12V	CTFCS100-12U
Transformer, 100VA, 2 × 18V	CTFCS100-18U
Transformer, 100VA, 2 × 24V	CTFCS100-24U
Transformer, 100VA, 2 × 50V	CTFCS100-50U
Transformer, 150VA, 2 × 12V	CTFCS150-12U
Transformer, 150VA, 2 × 18V	CTFCS150-18U
Transformer, 150VA, 2 × 24V	CTFCS150-24U
Transformer, 200VA, 2 × 9V	CTFCS200-9U
Transformer, 200VA, 2 × 18V	CTFCS200-18U
Transformer, 200VA, 2 × 24V	CTFCS200-24U
Transformer, 200VA, 2 × 50V	CTFCS200-50U

Important Notice : This data sheet and its contents (the "Information") belong to the members of the Premier Farnell group of companies (the "Group") or are licensed to it. No licence is granted for the use of it other than for information purposes in connection with the products to which it relates. No licence of any intellectual property rights is granted. The Information is subject to change without notice and replaces all data sheets previously supplied. The Information supplied is believed to be accurate but the Group assumes no responsibility for its accuracy or completeness, any error in or omission from it or for any use made of it. Users of this data sheet should check for themselves the Information and the suitability of the products for their purpose and not make any assumptions based on information included or omitted. Liability for loss or damage resulting from any reliance on the Information or use of it (including liability resulting from negligence or where the Group was aware of the possibility of such loss or damage arising) is excluded. This will not operate to limit or restrict the Group's liability for death or personal injury resulting from its negligence. pro-POWER is the registered trademark of the Group. © Premier Farnell plc 2012.

Figura A3-7: Tabelas para seleção de transformador

Anexo 4:

Actas de encontro

Tabela A4-9: Acta de encontro

Tabela A4-10: Acta de encontro-continuação

Tabela A4-11: Acta de encontro-continuação

Tabela A4-12: Acta de encontro-continuação

Tabela A4-13: Acta de encontro-continuação

Tabela A4-14: Acta de encontro-continuação

Tabela A4-15: Acta de encontro-continuação



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEP06	Data:	28/04/2022
---------------------	------------	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do TAT ao Supervisor

2. PRESENCAS

Supervisor	Engº Hélder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Júnior, Pinto Celina Cossa
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Correção do TAT

4. RECOMENDAÇÕES:

Trocar de “Desenvolvimento de um detector de falhas em cabos subterrâneos” para
”Dimensionamento de um dispositivo para detectar avarias em cabos subterrâneos”

5. OBSERVAÇÕES

--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	30/04/2022
-----------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEP06	Data:	30/04/2022
---------------------	------------	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do TAT corregido ao Supervisor

2. PRESENCAS

Supervisor	Engº Helder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Júnior, Pinto Celina Cossa
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Obtenção da assinatura do supervisor

4. RECOMENDAÇÕES:

5. OBSERVAÇÕES

--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	10/05/2022
-----------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEP06	Data:	23/05/2022
---------------------	------------	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do primeiro e segundo capítulo

2. PRESENCAS

Supervisor	Engº Helder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Júnior, Pinto Celina Cossa
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Correção do primeiro e segundo capítulo

4. RECOMENDAÇÕES:

Apresentar o relatório com quase todos capítulos concluídos

5. OBSERVAÇÕES

--	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO

14/06/2022



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEP06	Data:	20/06/2022
---------------------	------------	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do primeiro ao sexto capítulo

2. PRESENÇAS

Supervisor	Engº Helder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Júnior, Pinto Celina Cossa
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Correção do primeiro ao sexto capítulo

4. RECOMENDAÇÕES:

5. OBSERVAÇÕES

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	24/07/2022
------------------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEP06	Data:	24/07/2022
---------------------	------------	-------	------------

1. AGENDA:

Problema de detectar avarias somente a longas distâncias

2. PRESENCAS

Supervisor	Engº Helder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Júnior, Pinto Celina Cossa
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Solucionar o problema de detectar avarias em cabos subterrâneos a longas distâncias

4. RECOMENDAÇÕES:

Fazer revisão bibliográfica acerca de circuitos que podem ser usados para detectar avarias a curtas distâncias

5. OBSERVAÇÕES	
-----------------------	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	04/07/2022
------------------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEP06	Data:	04/07/2022
---------------------	------------	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação do relatório final ao supervisor

2. PRESENCAS

Supervisor	Engº Helder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Júnior, Pinto Celina Cossa
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Apresentação do relatório final e obtenção da assinatura do supervisor

4. RECOMENDAÇÕES:

Melhorar o índice e a enumeração dos capítulos

5. OBSERVAÇÕES

--	--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	08/07/2022
------------------------------------	------------



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
ACTA DE ENCONTROS

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEP06	Data:	07/07/2022
---------------------	------------	-------	------------

1. AGENDA:

Apresentação da correção do relatório final ao supervisor e
Obtenção da assinatura

2. PRESENÇAS

Supervisor	Engº Helder Nhambe
Co-Supervisor	
Estudante	Júnior, Pinto Celina Cossa
Outros	

3. RESUMO DO ENCONTRO:

Avaliação do relatório
Atribuição da assinatura

4. RECOMENDAÇÕES:

5. OBSERVAÇÕES

--

6. DATA DO PRÓXIMO ENCONTRO	00/00/0000
------------------------------------	------------

Anexo 5:

Tabela A5-17: Relatório de progresso



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

CURSO DE ENGENHARIA ELÉCTRICA

RELATÓRIO DE PROGRESSO

REFERÊNCIA DO TEMA:	2022ELEP06
---------------------	------------

ACTV.	DATA	ESTÁGIO (%)	OBSERVAÇÕES	RÚBRICA
1		20	Melhorar o primeiro capítulo	
		60	Terminar com o melhoramento do segundo capítulo	
		100	Início da revisão bibliográfica	
2		30	Definição dos conceitos necessários	
		76	Avaliação das alternativas	
		100	Coleção de alguns dados da empresa	
3		36	Revisão dos cálculos relacionados a dimensionamento dos dispositivos necessários	
		80	Elaboração da conclusão e recomendações	
		100	Paginação de anexos e citações	

Anexo 6:

Fichas de avaliação

Tabela A6-18: Guia de avaliação de relatório escrito

Tabela A6-19: Guia de avaliação de apresentação oral e defesa

Tabela A6-20: -Ficha de avaliação global

-



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE ENGENHARIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Nome do estudante: JUNIOR, PINTO CELINA COSSA

Referência do tema: 2022ELEP06 Data: ____/____/____

Título do tema: DIMENSIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA DETECTAR AVARIAS EM CABOSSUBTERRÂNEOS

1. Resumo					
1.1. Apresentação dos pontos chaves no resumo (clareza, organização, correlação com o apresentado)	1	2	3	4	5
Secção 1 subtotal (max: 5)					

2. Organização (estrutura) e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3	4	5					
2.2. Introdução, antecedentes e pesquisa bibliográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.3. Metodologias	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados(recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 2 subtotal(max: 45)										

3. Argumentação										
3.1.Criatividade e originalidade	1	2	3	4	5					
3.2.Rigor	1	2	3	4	5					
3.3.Análise crítica, evidência e lógica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.4.Relação objectivos/ métodos/ resultados/conclusões	1	2	3	4	5					
3.5.Relevância	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal(max: 30)										

4. Apresentação e estilo da escrita					
4.1. Legibilidade e organização	1	2	3	4	5
4.2. Ilustração e qualidade das figuras e tabelas	1	2	3	4	5
4.3. Estilo da escrita (fluência do texto, uso da língua e gramática)	1	2	3	4	5
4.4.Fontes bibliográficas (citação correcta, referências, etc)	1	2	3	4	5
Secção 4 subtotal(max: 20)					

Total de pontos(max:100)		Nota (=Total*0,2)	
---------------------------------	--	--------------------------	--

Nota: Quando exista a componente gráfica (desenhos técnicos), a nota acima é multiplicada por 0,8 cabendo os restantes 20% do peso à referida parte gráfica.:



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Nome do estudante: JUNIOR, PINTO CELINA COSSA

Referência do tema: 2022ELEP06 Data: /

Titulo do tema: DIMENSIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA DETECTAR
AVARIA EM CABOS SUBTERRÂNEOS

1. Introdução										
1.1. Apresentação dos pontos chaves na introdução (Contexto e importância do trabalho)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 1 subtotal(max: 10)										

2. Organização e explanação										
2.1. Objectivos	1	2	3							
2.3. Metodologia	1	2	3	4						
2.4. Resultados, sua análise e discussão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.5. Conclusões e aplicação dos resultados (recomendações)	1	2	3	4	5	6	7	8		
Secção 2 subtotal(max: 25)										

3. Estilo da apresentação										
3. 1. Uso efectivo do tempo	1	2	3	4	5					
3.2. Clareza, tom, vivacidade e entusiasmo	1	2	3	4	5					
3.3. Uso e qualidade dos audio-visuais	1	2	3	4	5					
Secção 3 subtotal(max: 15)										

4. Defesa										
4.1. Exactidão nas respostas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.2. Domínio dos conceitos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.3. Confiança e domínio do trabalho realizado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.4. Domínio do significado e aplicação dos resultados	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.5. Segurança nas intervenções	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Secção 3 subtotal(max: 50)										

Total de pontos (max:100)		Nota (=Total*0,2)	
--------------------------------------	--	--------------------------	--



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA

Nome do estudante: JUNIOR, PINTO CELINA COSSA

Referência do tema: 2022ELEP06 Data: / /

Titulo do tema: DIMENSIONAMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA DETECTAR
AVARIAS EM CABOS SUBTERRÂNEOS

AVALIADOR	NOTA OBTIDA	PESO(%)
Relatório escrito (F1)	N1=	A= 60
Apresentação e defesa do trabalho (F2)	N2=	B= 40

CLASSIFICAÇÃO FINAL $=(N1*A+N2*B)/100$	
--	--

OS MEMBROS DO JURI:

O Presidente	
O Oponente	
Os Supervisores	