



ACREDITADA INSTITUCIONALMENTE
¡Seguimos avanzando!



1

Estudio de fundamentos de diseño de circuitos de medición para la formación profesional en Ingeniería Eléctrica

Autor

Eduin Alonso Báez Ríos

Director

Ph. D. Ing. Antonio Gan Acosta

Universidad de Pamplona

Programa de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Sistemas y Telecomunicaciones

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Pamplona, Diciembre de 2021



Estudio de fundamentos de diseño de circuitos de medición para la formación profesional en Ingeniería Eléctrica

Autor

Eduin Alonso Báez Ríos

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Electricista

Director

Ph. D. Antonio Gan Acosta

Universidad de Pamplona

Programa de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Sistemas y Telecomunicaciones

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Pamplona, Diciembre de 2021



Nota de aceptación

Firmas jurado:

Firma director de trabajo de grado:

Firma director programa:

Firma autor:



Dedicatoria

A Dios, a mis padres, hermanos y a mi conyugue.

Al primero por el don de la vida y por hacer de mis sueños una gran realidad, gratitud y aprecio; a mis padres por su apoyo incondicional, sus enseñanzas y por impulsar a su hijo mayor a ser un buen ejemplo para sus hermanos menores, a quienes también os dedico; a mi conyugue por sus sabios consejos, su motivación y por enseñarme a vivir en medio de tanta felicidad y tranquilidad, el saber que los dos estamos haciendo las cosas bien y por muchas razones más, hacen que este logro sea dedicado en su honor, tengo la seguridad que nuestros sueños trazados serán alcanzados.

Eduin Alonso Báez Rios



Agradecimientos

Agradecido con Dios y con mi familia, con mis amigos y docentes, infinitas gracias por su apoyo incondicional. Es de vital importancia dar gracias a la prestigiosa Universidad de Pamplona por abrir sus puertas al conocimiento y brindar la oportunidad de formar jóvenes profesionales competentes al servicio de nuestra sociedad. Agradecimiento especial al director de trabajo de grado, Ing. Antonio Gan Acosta, pilar importante en el proceso y desarrollo del presente trabajo, guía motivacional durante todo el proceso. Gracias a los compañeros y amigos de carrera universitaria con los cuales compartimos gratas experiencias. Finalmente agradecer en general a cada uno de los que brindaron apoyo físico emocional y/o académico en su momento.

“El sentir gratitud y no manifestarla, es como si se envolviese un regalo y no se entregara”

William Arthur Ward



Tabla de contenido

Dedicatoria.....	5
Agradecimientos	6
Tabla de contenido	7
Lista de imágenes.....	9
Resumen	11
Abstract.....	12
Introducción	13
Marco legal	14
Capítulo 1. Formación académica para el diseño de circuitos de medición.....	14
1.1 Antecedentes	14
1.2 Justificación	16
1.3 Objetivos.....	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
1.4 Acotaciones	17
1.5 Marco legal	18
1.5.1 Marco nacional e institucional.....	18
1.5.2 Marco internacional	22
Marco teórico	24
Capítulo 2. Estudio del arte para el diseño de circuitos eléctricos de medición	24
2.1 Conceptos básicos fundamentales	24
2.2 Estado del arte	31
Marco metodológico.....	33
Capítulo 3. Sistema de contenidos para el diseño de circuitos de medición.....	33
3.1 Fundamentos de diseño de circuitos de medición para la formación y enseñanza en Ingeniería Eléctrica	33
3.1.1 Conceptos básicos	33
3.1.2 Diseño de voltímetros	34
3.1.2.1 Diseño de voltímetros cuyo campo de medición es inferior al tope máximo del campo de medición del mecanismo.....	35



3.1.2.2	Diseño de voltímetros cuyo campo de medición es mayor al tope máximo del campo de medición del mecanismo.....	36
3.1.2.3	Diseño de voltímetros para varios campos de medición eléctrica.....	39
3.1.3	Diseño de amperímetros	42
3.1.3.1	Diseño de amperímetros cuyo campo de medición es inferior que el tope máximo del campo de medición del mecanismo.....	42
3.1.3.2	Diseño de amperímetros cuyo campo de medición es superior al tope máximo del campo de medición del mecanismo.....	44
3.1.3.3	Diseño de amperímetros con múltiples campos de medición.....	45
3.1.4	Diseño de ohmímetros	50
3.1.4.1	Ohmímetro serie	50
3.1.4.2	Ohmímetro paralelo	51
3.1.5	Control de temperatura	52
3.1.5.1	Circuitos de control de temperatura	52
3.1.6	Circuitos rectificadores	54
3.1.6.1	Conceptos básicos	54
3.1.6.2	Efecto de rectificación.....	54
3.1.6.3	Rectificación de media onda.....	55
3.1.6.4	Rectificación de onda completa	57
3.1.6.5	Rectificación con filtro.....	58
3.1.6.6	Circuitos rectificadores para mediciones.....	59
3.1.7	Selección de conductores	62
3.1.8	Selección de protecciones	63
3.2	Análisis de impacto social, a la formación humana, a la diversidad cultural, profesional y científico.....	64
3.3	Impacto ambiental y económico	65
3.4	Sistema Mel	67
3.5	Resultados.....	68
3.5.1	Cumplimiento de objetivos.....	68
3.6	Conclusiones	75
3.7	Referencias bibliográficas	76

Lista de imágenes

Ilustración 1 Corriente eléctrica.....	24
Ilustración 2 Relación corriente continua vs corriente alterna.....	25
Ilustración 3 Instrumentos de medida eléctrica.....	26
Ilustración 4 Exactitud vs precisión.	29
Ilustración 5 Medios de medición e instrumentos de medición	33
Ilustración 6 Esquema en bloques voltímetros campo menor.....	35
Ilustración 7 Circuito eléctrico voltímetros campo menor.....	35
Ilustración 8 Esquema en bloques voltímetros campo mayor.....	36
Ilustración 9 Circuito eléctrico voltímetros campo mayor.....	37
Ilustración 10 Montaje circuito experimental voltímetros.	38
Ilustración 11 Esquema en bloques voltímetros múltiples campos.	39
Ilustración 12 Circuito eléctrico voltímetros múltiples campos.	40
Ilustración 13 Medición y diagnóstico voltímetros múltiples campos.	41
Ilustración 14 Esquema en bloques amperímetros campo menor.	43
Ilustración 15 Circuito eléctrico amperímetros campo menor.	43
Ilustración 16 Esquema en bloques amperímetros campo mayor.	44
Ilustración 17 Circuito eléctrico amperímetros campo mayor.	44
Ilustración 18 Esquema bloques amperímetros múltiples campos.	45
Ilustración 19 Circuito eléctrico A amperímetros múltiples campos.	46
Ilustración 20 Circuito eléctrico B amperímetros múltiples campos.	46
Ilustración 21 Circuito eléctrico ohmímetro serie.....	50
Ilustración 22 Circuito eléctrico ohmímetro paralelo.	51
Ilustración 23 Posibles esquemas control de temperatura.	53
Ilustración 24 Efecto de rectificación.....	54
Ilustración 25 Rectificación de media onda.	55
Ilustración 26 Rectificación de onda completa.....	57
Ilustración 27 Rectificación con filtro.	58
Ilustración 28 Esquema eléctrico A circuito rectificador.....	59
Ilustración 29 Esquema eléctrico B circuito rectificador.....	60
Ilustración 30 Esquema eléctrico C circuito rectificador.....	60



Ilustración 31 Esquema eléctrico D circuito rectificador.....	61
Ilustración 32 Esquema eléctrico E circuito rectificador.....	61
Ilustración 33 Esquema eléctrico F circuito rectificador.....	62
Ilustración 34 eBook vs libro	66
Ilustración 35 Vista principal entorno cuántico Google sites.....	69
Ilustración 36 Visualización navegación de subtemas en el entorno cuántico.....	70
Ilustración 37 Acceso directo a la descarga de App e ingreso al sitio Moodle.....	71
Ilustración 38 Presentación de contenidos.....	72
Ilustración 39 Vista inicial aplicación móvil.....	72
Ilustración 40 Vista de texto e imágenes del entorno.....	73
Ilustración 41 Vista de subtemas, acceso a teclas de navegación.....	73
Ilustración 42 Vista de contenidos modo administrador.....	74
Ilustración 43 Vista de contenidos modo estudiante.....	74



Resumen

Cuando se habla de un instrumento de medición claramente se hace referencia a todo aquel dispositivo o instrumento que permita medir una o más magnitudes eléctricas, independientemente del fin de medir. Ahora bien, si se habla de un circuito de medición se está haciendo énfasis a la interconexión de cada uno de los elementos que componen al instrumento de medición.

Actualmente encontrar contenidos de calidad relacionados al tema de diseño de circuitos eléctricos de medición es una tarea bastante tediosa y con muy pocos resultados favorables; de allí surge la valiosa necesidad de recopilar temáticas que sirven de ayuda en la enseñanza del estudiante de Ingeniería Eléctrica y afines, e inclusive a personas que requieran dicha formación.

El presente trabajo de grado recopila, sintetiza y respalda los actuales fundamentos de diseño de circuitos de medición con los que cuenta la Universidad de Pamplona, empezando por una intensiva investigación vigente de normativas y antecedentes de la misma, dando paso a un selecto marco legal que es presentado en su primer capítulo, luego en el capítulo dos se hace una breve recopilación de información investigativa que fue analizada y clasificada para tener contenido de calidad, en el capítulo tres se da paso a los contenidos que finalmente serán publicados y presentados en los entornos cuánticos que estarán a disposición de todo aquel estudiante o docente que requiera o guste disponer de los contenidos, en especial los que forman parte del programa de Ingeniería eléctrica de nuestra alma mater.



Abstract

Whenever a measuring instrument is clearly referred to, reference is made to any such device or instrument which allows one or more electrical quantities to be measured, regardless of the purpose of the measurement. However, when talking about a measuring circuit, emphasis is being placed on the interconnection of each of the elements that make up the measuring instrument.

Currently finding quality content related to the design of electrical measuring circuits is a rather tedious task and with very few favorable results; from there arises the valuable need to collect topics that help in the academic formation of the student of Electrical Engineering or people who require such information.

The present degree work synthesizes the fundamentals of measurement circuit design, starting with an intensive current investigation of regulations and antecedents of the same, giving way to a select legal framework that is presented in its first chapter, after that, in the chapter two, a brief compilation of investigated and classified information on the subject to be discussed is made and it is only in chapter three that we give way to the contents that will finally be published and presented in the quantum environment that will be available to anyone who requires it in particular of the students and teachers of the Electrical Engineering program.



Introducción

El presente trabajo de grado recopila importante contenido relacionado con el diseño de circuitos de medición eléctrica, con el objetivo de sintetizar y poner a disposición de la comunidad académica información vital y de gran importancia para el desarrollo académico y profesional. Los contenidos van dirigidos especialmente a los universitarios y docentes del programa de Ingeniería Eléctrica de nuestra alma mater.

El trabajo como tal se realizó pensando en la comodidad y facilidad a la hora de adquirir de los fundamentos necesarios para la formación ingenieril, para ello se creó un entorno cuántico en Google sites, una herramienta de gestión de aprendizaje en Moodle, y por último el presente documento, de esta manera se contará con tres alternativas diferentes para la divulgación y presentación de los contenidos.

Para sintetizar el contenido empleado en la divulgación fue necesario realizar una investigación profunda para clasificar y estructurar correctamente las temáticas y contenidos, iniciando por conceptos básicos que se deben conocer para la correcta asimilación de los contenidos, dando paso a información sobre el diseño de voltímetros en diferentes campos de aplicación, junto con algunos valores para el diseño y realización de inventos ingenieriles; luego de ello temas como el diseño de amperímetros y también ohmímetros en serie y paralelo. Como valor agregado se tratan temas como los circuitos para dar control a la temperatura, también, los circuitos para la rectificación de la onda, también lo que tiene que ver con el cálculo y selección de los conductores que se usarán en el proyecto y el cálculo y diagnóstico de las protecciones eléctricas. Es muy importante resaltar que los contenidos se centran en su totalidad en el diseño, cálculo y ejecución de los mismos.

Marco legal

Capítulo 1. Formación académica para el diseño de circuitos de medición

A continuación, una breve recopilación producto de una ardua investigación formal de lo que actualmente rige normativamente, nacionalmente, institucionalmente e internacionalmente a los contenidos que se abordaran en los demás capítulos.

1.1 Antecedentes

El análisis bibliográfico para desarrollar el tema principal de estudio de esta investigación y temas asociados a la enseñanza y facilidad en el desarrollo de investigación para realización del Estudio de fundamentos de diseño de circuitos de medición, partió en la indagación de normativa y propuestas fuera del nivel nacional como lo es la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO, dicha organización establece que la educación es específicamente un derecho humano que debe garantizarse para todos los seres humanos, durante toda su vida, y también considera que para acceder a la educación se debe garantizar la calidad en la misma (UNESCO, UNESCO, 2021).

Por una parte, se encontró que la bibliografía referente al tema era muy reducida y difícil de identificar. Se encuentra temas relacionados pero no específicos como por ejemplo la tesis desarrollada por Jován Adrián Reyes Niño enfocada hacia la "Interpretación y diagnóstico de los circuitos eléctricos como principal tema en la formación profesional de las ciencias naturales y de las matemáticas" la cual va enfocada hacia "el diseño y ejecución de una alternativa en la formación del estudio de circuitos eléctricos en el curso de Tecnología e Informática, agrupando los campos de las Ciencias Naturales y las Matemáticas, el cual fue integrado en los estudiantes de grado cuarto de primaria del Colegio Arborizadora Baja IED" (Niño, 2020) en la cual se pudo identificar que esta va enfocada hacia la enseñanza de circuitos eléctricos a través de diversos



métodos, por otro lado también podemos mencionar la tesis “Desarrollo e implementación de un sistema de medición, monitoreo y control de carga eléctrica para aplicaciones domésticas” la cual va enfocada hacia el desarrollo de un sistema de medición y control eléctrico (Morocho, 2015); como estas se encontraron otras investigaciones donde se logró evidenciar el uso de los fundamentos de diseño de circuitos de medición pero en ninguna de ellas se evidencio con claridad el significado de los mismos.

Teniendo en cuenta la “Propuesta de un plan curricular globalizado de la carrera de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Ingeniería” realizado por la FIEE UNI donde resalta “El papel de la Electricidad en el avance de las ciudades en el planeta, la masiva utilización de la intensidad de corriente eléctrica en las grandes empresas industriales, en el comercio, empresas y demás instituciones; el bienestar que ofrecen los dispositivos y equipos eléctricos en las casas, entre otras más.” (Perú, 2018); y la exaltación a la necesidad urgente de que las Universidades e Institutos Técnicos formen de la mejor forma posible a los estudiantes e Ingeniería Eléctrica, para lo cual es indispensable que existan espacios, facilidades de estudio y acceso a la información. Según la FIEE UNI la globalización de los negocios industriales, el desplazamiento en el mundo de los actuales y siguientes jóvenes profesionales en Ingeniería Eléctrica, conduciendo a estar constantemente en miras de evolución y avance del proceso de enseñanza y educación del estudiante, rigiéndose en un pensum que sea muy práctico y flexible, que sus contenidos sean veraces y actuales, conforme a los requerimientos de los mercados mundiales (Perú, 2018); por esta flexibilidad se hace necesario desarrollar medios de comunicación y divulgación de información que sean de fácil acceso y comprensión para el público en este caso para los estudiantes relacionados con la Ingeniería Eléctrica.



1.2 Justificación

El elemento principal que me ha llevado a escoger la temática para el desarrollo del actual trabajo de grado es la desactualización de contenidos del programa de Ingeniería eléctrica especialmente en el área de Diseño de circuitos de medición, se estima que han pasado alrededor de diez años desde que se realizó su última edición. Por otro lado, actualmente la investigación bibliográfica de estos temas es muy tediosa y con resultados poco favorables, por esto surge la necesidad de sintetizar los fundamentos mínimos necesarios para la formación ingenieril de profesionales competentes en el área del diseño de circuitos de medición además de brindar información eficaz y veraz a cualquier persona que la requiera.

El principal aporte es la actualización de las temáticas de diseño de circuitos de medición que se imparten en los estudiantes del programa de ingeniería para esto se almacena y publica en diferentes herramientas que garanticen la fácil extracción y asimilación de contenidos, de manera sencilla y veraz; teniendo en cuenta lo anterior se quiso desarrollar este proyecto para brindar información relacionada al estudio de fundamentos de diseño de circuitos de medición en ingeniería eléctrica que sea accesible y de fácil comprensión.



1.3 Objetivos

Objetivo general

Sintetizar contenidos en diseño de circuitos eléctricos de medición con énfasis en Ingeniería Eléctrica.

Objetivos específicos

- ✚ Analizar fundamentos para el diseño y elaboración de circuitos de medición eléctrica con labor ingenieril.
- ✚ Definir parámetros y fundamentos necesarios para el diseño y elaboración de circuitos eléctricos en la formación ingenieril.
- ✚ Implementar recursos en entornos cuánticos para la formación ingenieril en diseño de circuitos eléctricos.

1.4 Acotaciones

El estudiante se compromete a realizar cuatro entregas con la recopilación de la información correspondiente al trabajo de grado, en primera instancia en Sitios de Google y tecnologías asociadas, de igual manera en la plataforma Moodle y por último una versión en libro digital que serán entregadas en archivo de Microsoft Word y pdf.

1.5 Marco legal

1.5.1 Marco nacional e institucional

Con el asesoramiento a la distancia, las enseñanzas didácticas y formativas que los profesores han divulgado a través de los diferentes mecanismos posibles, a los estudiantes y a las familias, desde el momento en que inició la medida de aislamiento preventivo, con el objetivo de prorrogar el servicio educativo en los hogares. (educación, Ministerio de educación, 2020)

En la actualidad se puede divisar procesos en entornos cuánticos debido a que se debe: establecer puntos clave formativos (integrando los recursos accesibles y llamativos bien sea de manera física o virtual) para ser estudiados y analizados desde la comodidad de la casa con la ayuda de los seres queridos para de esta manera beneficiarse en el avance de proyectos transversales, optimizando recursos derivados de un abordaje interdisciplinar. (educación, Ministerio de educación, 2020)

La educación es un ciclo de evolución constante de aprendizaje y conocimientos, que surgen de manera individual, cultural y socialmente son respaldados bajo una formación integral de cada individuo, junto con su dignidad, el cumplimiento de sus respectivos derechos y también de sus deberes como persona.

La Ley 115 de 1994 establece estándares comunes para la alineación de los servicios de educación pública para el desempeño de funciones sociales de acuerdo con los requerimientos y metas de las poblaciones de familias y la sociedad. Se basa en los principios fundamentados en la Constitución Política de Colombia sobre el derecho a la educación de todos, sobre las libertades de formación, educación, exploración de nuevos conocimientos, enseñanza y sobre la naturaleza del servicio público.

ARTICULO 5o. Fines de la educación. De acuerdo con el artículo 67 de la Constitución Política de Colombia, la formación estudiantil se debe realizar obedeciendo los lineamientos que se mencionan a continuación:

1. El total desarrollo de la personalidad sin ninguna otra limitación que las que se les ha de imponer al atender en los derechos de los demás y el orden legal en un proceso de completa formación física y espiritual. Valores de razón y conocimiento, éticos, emocionales, sociales, morales, cívicos y humanísticos.
2. Fomentar en primera medida el respeto a la vida, entre otros derechos humanos, en la paz, los principios de democracia, coexistencia, pluralismo, justicia, solidaridad e igualdad, así como la práctica de la permisividad y la independencia.
3. Enseñanza y capacitación para que todas las personas participen en las sentencias relativas al estilo de vida económico, político, burócrata y pedagógico del país.
4. Enseñanza en el respeto de los derechos legales y las leyes de la cultura nacional, la historia y los símbolos nacionales de Colombia.
5. Adquirir y crear los más avanzados conocimientos científicos y técnicos de humanidades, historia, sociedad, geografía y estética, mediante la adquisición de hábitos intelectuales adecuados para desarrollar el conocimiento despierto.
6. Estudiar y comprender en profundidad la cultura nacional y la diversidad cultural y étnica del país considerándola como la base de la unidad e identidad nacional.
7. El acceso al conocimiento la ciencia la tecnología y otros bienes y valores culturales, promueve la investigación y fomenta la creación artística en sus diversas formas.



8. Crear y promover la conciencia de la soberanía nacional y practicar la solidaridad y la integración con el mundo especialmente con América Latina y el Caribe.
9. Desarrollar capacidad crítica, reflexiva y analítica, para mejorar el progreso científico y tecnológico nacional, priorizando el mejoramiento de la cultura y la calidad de vida de la comunidad poblacional, participando en la difícil misión de recolectar soluciones alternativas a cada uno de los hechos y problemáticas sociales. Y también con el progreso económico del país.
10. Sensibilizar sobre la conservación, protección y mejora del medio ambiente, mejorar la calidad de vida, utilizar racionalmente los recursos naturales, prevenir desastres naturales en el marco de la cultura ecológica, prevenir riesgos y resguardar los bienes culturales del país.
11. La formación en la práctica del trabajo mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo, como fundamento del desarrollo individual y social.
12. Capacitación para promover y mantener la salud y la higiene, prevenir de manera integral los problemas de carácter social, deportivo, recreativo, ejercicio y uso adecuado del tiempo libre.
13. Promover en las personas y en la sociedad la capacidad de crear aprender y adquirir la tecnología necesaria para el desarrollo del país y posibilitar el ingreso de los estudiantes al sector manufacturero. (educación, Ley 115 de 1994)

Según la ley 30 de 1992.

ARTÍCULO 1. La formación académica de nivel superior es un transcurso largo, el cual facilita la mejora y avance del potencial individual del ser humano, tiene lugar después de la formación académica secundaria inferior o secundaria superior y cuya finalidad es el avance y formación de los seres humanos, la representación estudiantil y la formación académica o profesional.

ARTÍCULO 2. La formación académica de nivel superior es una prestación pública y sociocultural del Estado.

ARTÍCULO 3. De acuerdo con la Constitución Política de Colombia y esta Ley el Estado asegura la autonomía de las universidades y asegura la calidad de los servicios educativos mediante el ejercicio de un control y fiscalización supremo sobre la educación superior.

ARTÍCULO 4. La formación académica de nivel superior sin daño alguno de las finalidades específicas de cada área del conocimiento despierta en todos los estudiantes el espíritu de reflexión encaminado a lograr la autonomía individual en el marco de la autonomía de pensamiento y la participación de los grupos sociales en la vida democrática, teniendo en cuenta la universalidad del conocimiento y la especificidad de los tipos de cultura existentes en el país. Por ello la formación académica de nivel superior se realizará en el plan de la docencia, la educación, la búsqueda de nuevos conocimientos y la libertad académica.

ARTÍCULO 5. La formación académica de nivel superior estará al alcance de todo aquel que pruebe contar con las competencias necesarias y cumplir con los requisitos académicos exigidos en todos los puntos.

1.5.2 Marco internacional

La labor normativa de la UNESCO en todo el sector de la educación constituye una ventaja comparativa que debe mejorarse, apoyarse y demostrarse aún más especialmente en el contexto de la agenda de educación y desarrollo sostenible. Después de 2015 es inclusivo. (UNESCO, UNESDOC, 2015)

La UNESCO ha establecido que la enseñanza es un legítimo derecho para todos sin importar su edad y que la educación debe ser accesible y lo más importante esta debe ser de calidad. (UNESCO, UNESCO, 2021)

El derecho a la educación fue reglamentado en la Constitución de la UNESCO de 1945 bajo los fines primordiales básicos de no discriminación, igualdad de oportunidades, acceso universal y solidaridad. La Declaración Universal de Derechos Humanos adoptada en 1948 define la educación específicamente como un derecho humano vital. (UNESCO, UNESCO, 2021).

Para el año 2030 se prevé para la Educación Global una nueva agenda basada en las metas de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas sobre educación y a su vez muestra la culminación de la acción global con el fin de ampliar las oportunidades. (UNESCO, UNESCO, 2021) Donde se busca asegurar una enseñanza inclusiva y equitativa de calidad; promoviendo oportunidades de aprendizaje para todos" donde se busca inclusión, equidad, igualdad de género, calidad y oportunidades de aprendizaje, para la formación de calidad.

El levantamiento para una mayor participación internacional en enseñanza comenzó en el año 1990 con la adopción de la Declaración Mundial sobre



Educación para todos en Jomtien –Tailandia, por aproximadamente ciento cincuenta organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. La principal finalidad es iniciar el programa universal a la formación de nivel básico para todos los niños, jóvenes y adultos para finales de la década. (UNESCO, UNESCO, 2021)

En el año 2000 las Naciones Unidas acordaron las ocho metas de desarrollo del milenio de los cuales el fin número dos, era lograr la formación primaria universal para 2015. En el año 2015, el Foro Mundial de Educación aprobó en Incheon -República de Corea, la Declaración de Incheon en la que se ratificaban cada uno de los pactos de Jomtien y Dakar de Educación para todos, y se pactaba el acuerdo para ejecutar la nueva agenda mundial para la educación de 2030. (UNESCO, UNESCO, 2021)

Marco teórico

Capítulo 2. Estudio del arte para el diseño de circuitos eléctricos de medición

Para iniciar es importante tener en cuenta unas de las magnitudes que frecuentemente se suelen medir en el área de la electricidad y a su vez algunas de las terminologías a tener en cuenta durante el proceso. Luego de ello se hablará de lo que son algunos de los instrumentos o dispositivos más usados para la detección y cálculo de las magnitudes encontradas a nivel ingenieril.

2.1 Conceptos básicos fundamentales

Intensidad de corriente

Se define como la cantidad de carga eléctrica que pasa a través de un elemento que permita conducir la electricidad con baja resistencia a su paso, por unidad de tiempo. Es denotada con la letra I , su unidad de medida según el Sistema Internacional de Unidades es el Ampere o Amperio, denotado con la letra A . Para su medición directa se requiere de un Galvanómetro o más comúnmente conocido como Amperímetro. (Redondo, 2021)

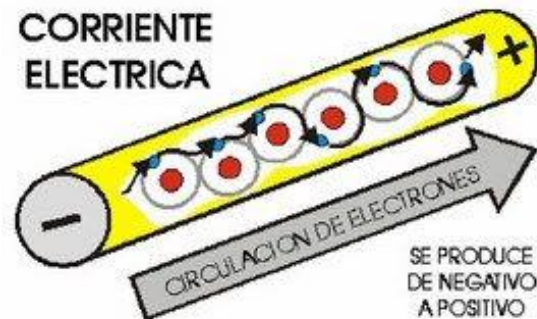


Ilustración 1 Corriente eléctrica.

(Área tecnología, 2021)

Voltaje

También conocido como Tensión o Diferencia de Potencial, como su nombre lo indica en el último mencionado corresponde a la diferencia de potencial existente entre dos puntos diferentes de un sistema eléctrico, dicho de otra forma, corresponde a la porción de energía presente por unidad de carga. Es denotado con la letra V , su unidad de medida según el Sistema Internacional de

Unidades es el voltio, que es denotado con la letra V. Para su medición directa se requiere de un voltímetro. (Universidad Don Bosco)

Resistencia eléctrica

Se define como la capacidad que presenta un cuerpo conductor a oponerse al paso de intensidad de corriente a través del mismo. Es denotada con la letra R, su unidad de medida según el Sistema Internacional de Unidades es el Ohmio, que es denotado con la letra griega Ω , debiendo este atributo al Alemán físico Georg Simon Ohm quien se encargó del estudio de los tres factores importantes en el ámbito eléctrico como lo son la intensidad de corriente o corriente eléctrica, el voltaje o diferencia de potencial y la resistencia eléctrica. (Redondo, 2021)

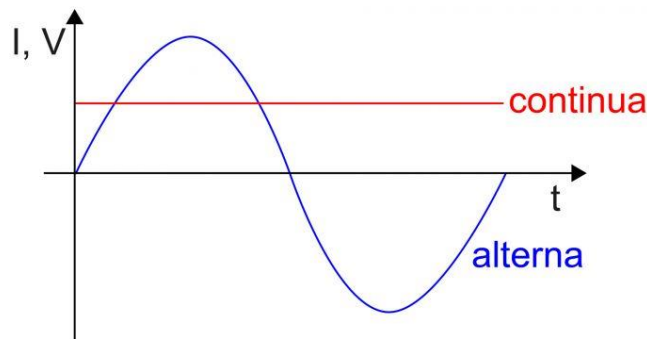


Ilustración 2 Relación corriente continua vs corriente alterna.

(Volvo, 2021)

Corriente continua CC

Como su nombre lo indica la corriente continua CC o también llamada corriente directa CD, indica que todas las cargas eléctricas que atraviesan un conductor cualquiera que sea, siempre fluyen en la misma dirección sin cambiar su sentido con el pasar del tiempo, direccionándose del polo negativo en dirección al polo positivo de la fuente o medio que inyecte corriente eléctrica al sistema. (Expósito, 2003)

Corriente alterna CA

La corriente alterna CA describe un comportamiento periódico, no como la corriente continua que era siempre constante, mediante el cual el flujo de las cargas eléctricas que atraviesan un conductor cualquiera que sea, fluyen de manera dispersa en dos ciclos, uno positivo y otro negativo de forma periódica. (Expósito, 2003)

Temperatura

Se define como una magnitud física mediante la cual se determina la energía cinética promedio presente en una masa, suele atribuirse a los conceptos de frío y calor, a menor temperatura mayor frío y viceversa. La temperatura se puede medir por medio de un termómetro y su unidad de medida según el Sistema Internacional de Unidades son los grados Kelvin, existen otras unidades que se pueden convertir a través de constantes implementadas en otros sistemas de unidades. (Niño, 2020)



Ilustración 3 Instrumentos de medida eléctrica.

(Ciencia, tecnología e ia, 2021)

Instrumento de medida

Un instrumento de medida es todo aquel dispositivo que pueda ser usado con el objetivo de medir alguna magnitud en este caso una magnitud eléctrica en un sistema, existen diferentes tipos

según la necesidad y pueden llegar a variar sus resultados dependiendo de factores como la calidad y la tolerancia del dispositivo. Normalmente los instrumentos de medida suelen ser aparatos muy fáciles de maniobrar e inclusive de fácil transporte, uno de los aspectos más importantes a considerar siempre debe ser la velocidad de respuesta y la precisión en sus resultados. Es importante resaltar que existen algunos instrumentos que no miden la magnitud final que requerimos obtener y que para ello son necesarios cálculos matemáticos con el fin de obtenerla. (Niño, 2020)

Amperímetro

Instrumento de medida directa de intensidad de corriente o corriente eléctrica que atraviesa por un sistema eléctrico. Puede ser análogo o digital, y su precisión radica de acuerdo a sus fabricantes. Idealmente este dispositivo es de mayor uso y fácil aplicación en circuitos de corriente continua y no alterna. Para su medición es necesario abrir el circuito por el cual se desea conocer la cantidad de intensidad de corriente que atraviesa el conductor y se procede a conectar en serie al mismo. (Niño, 2020)

Voltímetro

Instrumento de medida directa de voltaje que existe entre dos puntos diferentes de un sistema eléctrico. Su unidad de medida es el voltio. Para realizar una medición de tensión es necesario conectar el voltímetro en paralelo a la carga que se desea medir. Existen instrumentos análogos y digitales que oscilan desde muy bajos precios con un rango de medida considerable hasta de alto costo con mejores resultados de precisión en su medida. (Universidad Don Bosco)

Ohmímetro

Instrumento de medida directa de la resistencia eléctrica que presenta un elemento o un sistema eléctrico. Su unidad de medida son los ohmios. Al igual que el voltaje, la resistencia eléctrica se

mede en paralelo al elemento a medir. De igual manera existen instrumentos análogos y digitales. El principio de funcionamiento es muy simple, el instrumento internamente cuenta con una batería por medio de la cual le es aplicado un voltaje a la resistencia a medir, gracias a un galvanómetro es el encargado de medir la corriente que circula a través del resistor, que obedeciendo la ley de Ohm determina el valor de la resistencia gracias a la relación que existe entre estas tres variables, tensión, intensidad de corriente y resistencia. (Universidad Don Bosco)

Control de temperatura

Instrumento de medida de la temperatura de un espacio, cuerpo e inclusive de una sustancia física, con el objetivo de medir y seguidamente controlar la temperatura del mismo. La idea de este instrumento es brindar la facilidad de permanecer en un rango de temperatura deseada, si la temperatura sube el mecanismo activará un ventilador y si la temperatura baja, activará un elemento de calefactor. (Acosta, 2011)

Circuitos rectificadores

Los circuitos rectificadores como su nombre lo indica corresponden a un circuito conformado por diodos que según la configuración adaptada permite convertir cualquier señal que se ingrese por la entrada de corriente alterna en corriente continua monopolar, es una aplicación bastante utilizada en electrónica. (Acosta, 2011)

Protecciones eléctricas

Se define como protección eléctrica a todo aquel dispositivo que permita salvaguardar un sistema eléctrico en caso de falla, abriendo el circuito y evitando el flujo de valores mayores a los permitidos por el sistema. Es un tema muy importante en Ingeniería Eléctrica y corresponde como normativa de salvaguardar las instalaciones, equipos y seres humanos que se encuentren en el entorno de la misma. (Acosta, 2011)

Medición

Acción por comparación realizada entre una cantidad desconocida y una cantidad conocida, a este acto se le atribuye el nombre de medir. (Niño, 2020)

Medición directa

O también conocida como medición absoluta, corresponde a aquellas medidas que para determinar su valor únicamente se requiere de un instrumento de medida, sin la necesidad de algún cálculo o procedimiento adicional. (Niño, 2020)

Medición indirecta

De manera opuesta una medición indirecta, resulta de aquellas medidas que para determinar su valor es estrictamente necesario la obtención de una o varias medidas primarias, para finalmente por medio de cálculos y/o procedimientos adicionales encontrar el valor de la magnitud que queremos averiguar. (Niño, 2020)

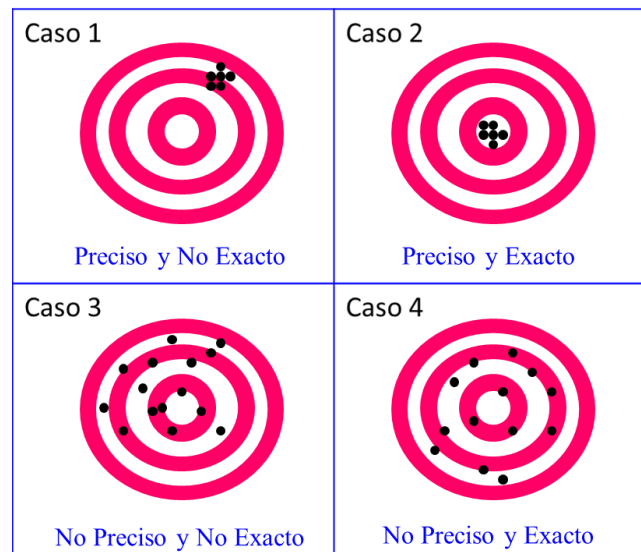


Ilustración 4 Exactitud vs precisión.

(Sigma, 2012)

Exactitud

A nivel ingenieril, la exactitud corresponde al grado de proximidad que tiene la cantidad de magnitud medida a la cantidad exacta de magnitud real. Ciertamente la exactitud es diferente a la precisión. (Armenteros, 2021)

Precisión

A nivel ingenieril, la precisión se entiende como la facultad de un instrumento de medida para en múltiples mediciones de una misma magnitud dar el mismo resultado, siempre y cuando no se cambien las condiciones. Es decir, para que una medición realizada sea precisa se requiere que el resultado sea el esperado con exactitud. (Armenteros, 2021)

Inexactitud

De manera opuesta, la inexactitud se les atribuye a aquellos valores que carecen de exactitud y precisión es decir son valores que en su comparación con la magnitud real presentan errores. (Armenteros, 2021)

Fiabilidad

A nivel general la fiabilidad se entiende como la posibilidad de que un instrumento o equipo de medida funcione correctamente según lo esperado sin presentar falla alguna, bajo condiciones y un lapso de tiempo que antes fue indicado y determinado. (Sols Rodríguez-Candela, 2000)

Resolución de un instrumento de medida

La resolución de un instrumento de medida corresponde a la menor cantidad que un instrumento es capaz de detectar y registrar en su medida. Siendo esta consideración un punto importante a la hora de diagnosticar y evaluar la calidad de un equipo. (Delgado, 2017)

2.2 Estado del arte

La formación y educación en ciencias e ingeniería a menudo se fundamenta en conferencias como norma de enseñanza. (Ramaswamy et al., 2001) (Alejandro Regalado-Méndez, 2014). Este procedimiento poco convencional no impulsa a los estudiantes a participar activamente en el proceso de formación, a obtener una visión de los contenidos básicos, a aplicar estos fundamentos a la resolución de inquietudes de manera dinámica e inclusive a un nuevo producto o concepto de diseño. (Alejandro Regalado-Méndez, 2014). El RTP (Protocolo de transporte en tiempo real) se desarrolló como una actividad de investigación en laboratorios y fue creado para mejorar la formación tradicional de la asignatura, que se basa en conferencias magistrales y resolución de problemas (Federico G. Rosales, 2016); Esto también puede complementarse con otros métodos y formas de enseñanza o aprendizaje como la tecnología 4.0 mediante la cual el RTP implementa herramientas de enseñanza como puentes cognitivos por medio de un ciclo de formación y enseñanza. Incluye: descubrimiento introducción y aplicación de conceptos. Esta metodología pone las modernas tecnologías de la información y la comunicación al alcance del aprendizaje con el objetivo de ayudar a los estudiantes a interpretar el mundo físico de acuerdo con principios científicos válidos. (Sokoloff, D. et al., 2010). (Federico G. Rosales, 2016)

El flujo internacional de conocimiento es un fenómeno creciente que ha provocado un feroz debate sobre su dirección. Algunos lo ven como una concentración más de la globalización que verifica la tendencia a la libertad y universalización para otros se ha consolidado la vieja asimetría y se ha consolidado el poder tradicional de las academias centrales. (Salatino, Scielo, 2015). Dos tendencias que coexisten a través de los sistemas de indexación y los motores de búsqueda de Internet han dado como resultado un prestigio académico jerárquico "internacional".

La revolución de la tecnología 4.0 inicia con la creación de nuevas tecnologías como por ejemplo la robótica, la tecnología cognitiva, la inteligencia artificial, la nanotecnología, la analítica e Internet de las cosas, entre muchas otras. Las organizaciones y los niveles de aprendizaje deben

identificar las tecnologías que mejor se adapten a sus necesidades para poder invertir en ellas y brindarles los usos adecuados para un mejor aprendizaje de los conceptos. Si las empresas y organizaciones del conocimiento y producción no logran adaptarse a los cambios y facilidades que brinda la industria y la tecnología 4.0 corren el riesgo de no avanzar en el desarrollo del conocimiento nuevo y explorar nuevos mercados y conceptos.

Esto conlleva a que conceptos básicos de ciencias como la Ingeniería Electrónica deba llevar más conocimiento propio a la web en este caso conocimiento relacionado con conceptos básicos de la ingeniería como lo es todo lo relacionado con los voltímetros, los amperímetros, los ohmímetros, e inclusive también los circuitos utilizados para el control de la temperatura, los circuitos que son usados para la rectificación de la onda, la selección de conductores y la selección de protecciones; debido a que en el ámbito ingenieril es muy común recurrir a instrumentos de medición para el diagnóstico de factores importantes en un circuito, con el fin de asegurar un correcto funcionamiento de los equipos presentes en cualquier entorno laboral.

Se usa un ohmímetro para medir la resistencia. Es una propiedad que consiste en la oposición proporcionada en menor medida por elementos conductores y en mayor medida por semiconductores. Su unidad de medida según el Sistema Internacional de Unidades son los ohmios (Ω). (Universidad Don Bosco) Un voltímetro es un instrumento que mide la diferencia de potencial o voltaje que existe entre los extremos de una fuente o entre dos puntos en un circuito eléctrico. Los instrumentos descritos anteriormente integrados en un solo instrumento llamado multímetro o Tester pueden realizar tres funciones distintas y debido a su cómodo manejo se utilizan ampliamente para mediciones en diversos campos eléctricos. (Universidad Don Bosco)

Marco metodológico

Capítulo 3. Sistema de contenidos para el diseño de circuitos de medición

A continuación, se presentan los fundamentos de diseño de circuitos de medición que previo análisis han sido seleccionados para uso y disposición final del libro y los entornos cuánticos que a partir de ahora se han de manejar.

3.1 Fundamentos de diseño de circuitos de medición para la formación y enseñanza en Ingeniería Eléctrica

3.1.1 Conceptos básicos

Para comenzar es importante saber que los medios de medición podemos dividirlos en tres grupos principales, como lo son las medidas, luego de ellos tenemos los convertidores de medición eléctrica y por último tenemos los instrumentos de medición.

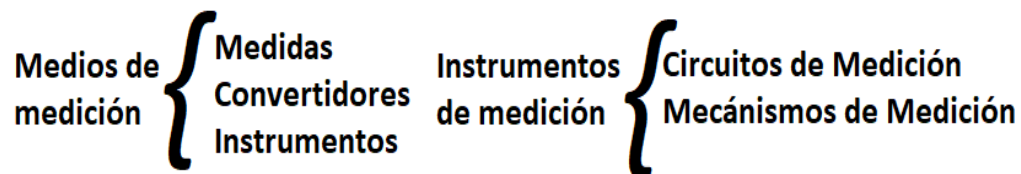


Ilustración 5 Medios de medición e instrumentos de medición

Por su parte los instrumentos de medición también podemos subdividirlos en otras dos partes como lo son los circuitos de medición y por otro lado los mecanismos de medición.

En cuanto a los mecanismos de medición normalmente funcionan con unos valores de tensión e intensidad de corriente muy bajos, es por dicha consecuencia que nace la necesidad de un circuito que logre "ACOMODAR", la señal que mediremos de tal manera que el mecanismo de medición pueda funcionar. Estos dispositivos reciben el nombre de "Circuitos de Medición" y en

algunos sitios se les suele encontrar bajo el nombre de "Acomodadores de medición" debida la función que cumplen. (Acosta, 2011)

Siempre que se busque diseñar un instrumento de medición se debe contar como mínimo con las siguientes etapas indispensables:

0. Definir datos de diseño.
1. Realizar un diagrama en bloques del circuito.
2. Elaborar el circuito de cada bloque de todo el sistema e integrarlos en uno solo.
3. Diagnóstico y listado de los componentes del circuito.
4. Obtención de componentes.
5. Montaje y pruebas de funcionamiento.
6. Interpretación analítica de los posibles eventos de falla, mediciones y valoración de circuitos.

Respecto a los circuitos de medición eléctrica que más se suelen utilizar podemos resaltar:

- ✚ Resistencias Shunt o multiplicadoras.
- ✚ Los Shunt o divisores de intensidad de corriente.
- ✚ Circuitos diseñados para dar control a la temperatura.
- ✚ Los circuitos para la rectificación de la onda.

(Acosta, 2011)

3.1.2 Diseño de voltímetros

Conceptos básicos

Un voltímetro es un instrumento de medida eléctrica que es normalmente utilizado para medir directamente la diferencia de potencial o voltaje que existe entre dos puntos diferentes en un

circuito eléctrico. La unidad de medida son los voltios.

En cuanto al diseño y ejecución de los voltímetros, se suelen utilizar los divisores de tensión o las resistencias multiplicadoras como circuitos de medición eléctrica. (Acosta, 2011)

3.1.2.1 Diseño de voltímetros cuyo campo de medición es inferior al tope máximo del campo de medición del mecanismo

Esquema en bloques

En este primer caso se debe tener en cuenta que la magnitud de la cantidad que queremos medir está solo por debajo del valor máximo superior del campo de medición del mecanismo, si este es el caso no es necesario realizar ningún procedimiento adicional. Tampoco se requiere incluir elementos adicionales en el sistema para acomodar el rango o para realizar alguna conversión de amplitud.

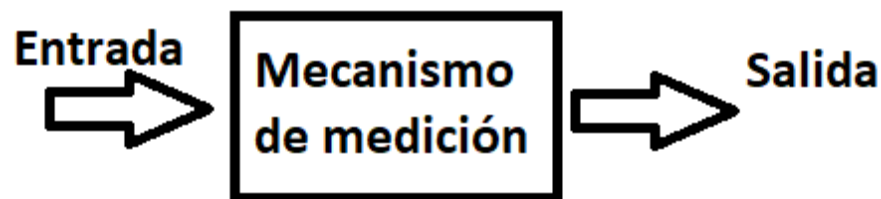


Ilustración 6 Esquema en bloques voltímetros campo menor.

Circuito eléctrico



Ilustración 7 Circuito eléctrico voltímetros campo menor.

Si $V \leq V_m$

Dónde:

V ; Voltaje que se desea medir.

V_m ; Voltaje nominal del elemento.

R_M : Resistencia nominal del elemento.

En esta etapa como lo mencionábamos inicialmente al cumplir la consideración no es necesario proceder a calcular algún elemento adicional al sistema.

Cálculo y pruebas de voltímetros cuyo campo de medición es inferior

Es importante en este punto resaltar que si por algún motivo se llega a abrir el mecanismo de medición el voltímetro dejará de medir.

3.1.2.2 Diseño de voltímetros cuyo campo de medición es mayor al tope máximo del campo de medición del mecanismo

Esquema en bloques

De aquí en adelante es indispensable comenzar a agregar elementos al sistema; en este caso es necesario agregar un elemento capaz de compensar un aumento de voltaje por encima del límite máximo del dispositivo de medición diseñado. (Acosta, 2011)

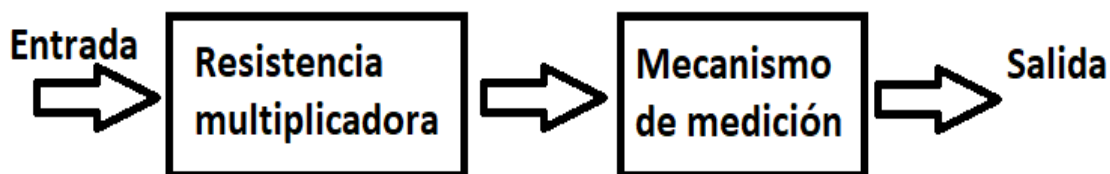


Ilustración 8 Esquema en bloques voltímetros campo mayor.

Circuito eléctrico



Ilustración 9 Circuito eléctrico voltímetros campo mayor.

Si $V \geq V_m$

Dónde:

V : Voltaje que se desea medir.

V_m ; Voltaje nominal del elemento.

Diagnóstico de la resistencia multiplicadora R_m

$$V_{ab} = IM(R_m + R_M)$$

Ecuación 1

De dónde:

$$R_m = \frac{V_{ab}}{IM} - R_M$$

Ecuación 2

Dónde:

V_{ab} ; Voltaje existente entre los puntos a y b.

IM ; Intensidad de corriente nominal del sistema.

R_m ; Resistencia multiplicadora.

R_M ; Resistencia nominal del sistema.

¿Cómo saber de forma experimental el valor de R_M ?

R_M , Resistencia interna del mecanismo de medición.

CASO 1. *Se parte de los datos de diseño iniciales para el mecanismo de medición.*

DATOS

I_M , Corriente nominal del mecanismo.

V_M , Tensión nominal del mecanismo.

Solución

Utilizando la ley de Ohm se calcula R_M :

$$R_M = \frac{V_M}{I_M}$$

Ecuación 3

CASO 2. *De forma experimental, para cuando no se conocen los datos de catálogo.*

PASO 1. *Montaje del circuito experimental*

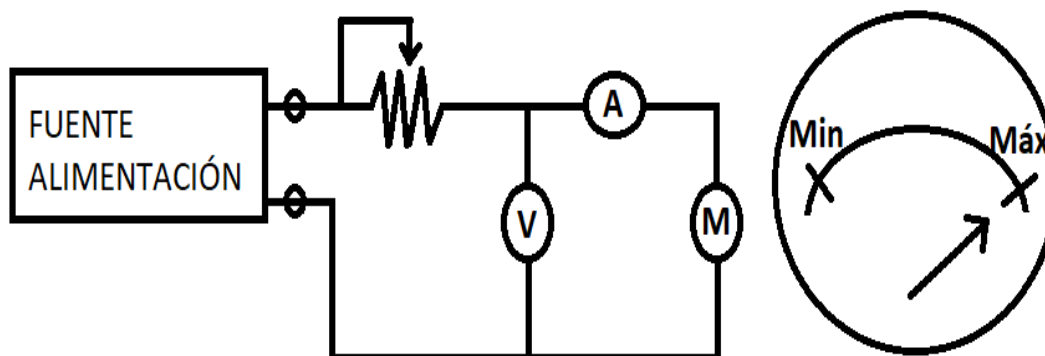


Ilustración 10 Montaje circuito experimental voltímetros.

Se eleva la tensión de la fuente hasta que el mecanismo indique el máximo valor de la escala.

PASO 2. Medición de magnitudes

$$I_A = ?$$

$$V_V = ?$$

PASO 3. Cálculo de RM

$$RM = \frac{V_V}{I_A}$$

Ecuación 4

Cálculo y pruebas de voltímetros cuyo campo de medición es mayor

En esta etapa, se aconseja tener en cuenta que si por algún motivo se abre la resistencia R_m o la conexión del mecanismo de medición el voltímetro dejará de funcionar. (Acosta, 2011)

3.1.2.3 Diseño de voltímetros para varios campos de medición eléctrica

Esquema en bloques

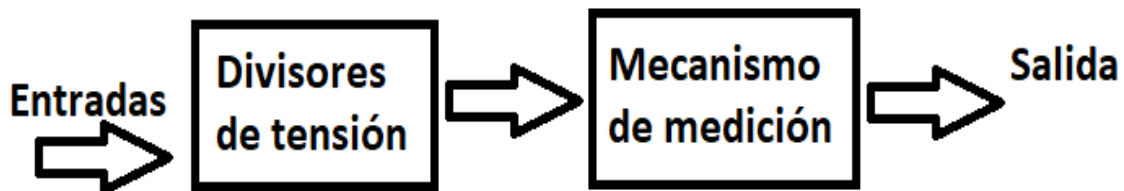


Ilustración 11 Esquema en bloques voltímetros múltiples campos.

Cómo se puede observar en el diagrama de bloques de la ilustración 11, se requerirá de dos bloques entre la entrada y la salida del sistema, en primer lugar tendremos los divisores de tensión y en el segundo tendremos los mecanismos de medición.

Circuito eléctrico

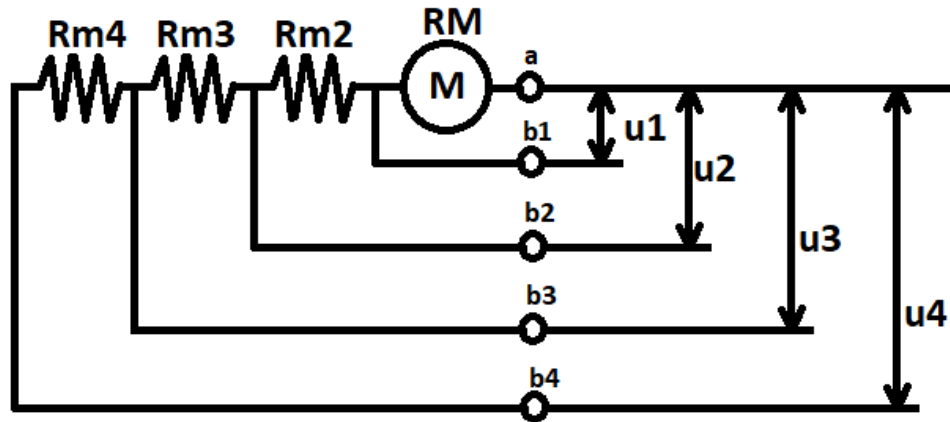


Ilustración 12 Circuito eléctrico voltímetros múltiples campos.

Cálculo de los elementos del circuito

Comenzaremos con el valor de la tensión U_1 en la primera medición, ya que está por debajo del límite superior del dispositivo de medición y por ende no se requiere cálculo y por lo tanto no se requerirá resistencia adicional. Para todas las demás tensiones si es necesario sumar y luego calcular la resistencia produciendo una caída de tensión igual a la ganancia de la anterior para ello tenemos que utilizar la ley de Ohm como regla básica. (Acosta, 2011)

Parámetros del proyecto

En toda medida los casos servirán si se cumple el siguiente parámetro:

$$U_1 < U_2 < U_3 < U_4 < \dots < U_n$$

Para V_1 ; $R_{m1} = 0$ Porque $V_1 \leq V_M$

Ecuación 5

Para V_2 ; $R_{m2} = \frac{V_2 - V_1}{I_M}$

Ecuación 6

Para V_3 ;
$$R_{m3} = \frac{V_3 - V_2}{I_M}$$

Ecuación 7

Para V_4 ;
$$R_{m4} = \frac{V_4 - V_3}{I_M}$$

Ecuación 8

Formula general para el diseño de multímetros

En cuanto al cálculo del multiplicador de resistencia en algunos campos de medida es muy sencillo y se puede calcular de acuerdo con la Ecuación 9 ya que es necesario que cada multiplicador de impedancia produzca una caída de tensión igual al aumento de nivel, como se puede observar a continuación: (Acosta, 2011)

$$R_{mn} = \frac{V_n - V_{n-1}}{I_M}$$

Ecuación 9

Dónde:

R_{mn} ; Resistencia de cada campo de medición eléctrica.

V_n ; Voltaje del campo de medición de la resistencia multiplicadora calculada.

V_{n-1} ; Voltaje del campo de medición previo.

Cálculo y pruebas de voltímetros de múltiples campos

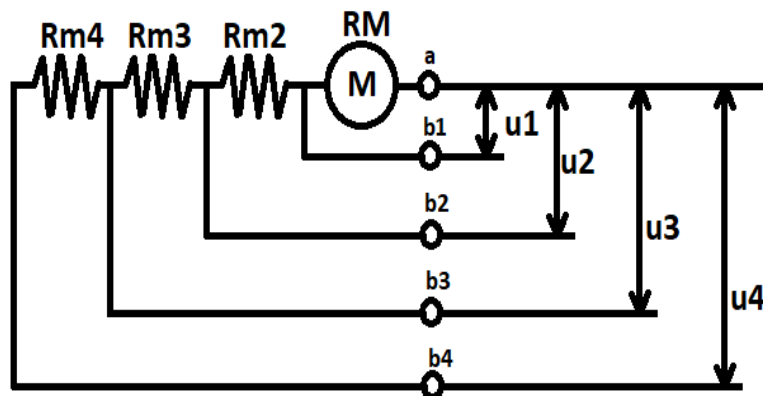


Ilustración 13 Medición y diagnóstico voltímetros múltiples campos.

La consideración más importante es analizar únicamente las resistencias, no se debe tener en cuenta conductores u otros elementos.

En el análisis del circuito, veremos que:

- ✚ Cuando la resistencia interna del mecanismo RM se abre, en este caso no trabajará ninguno de los campos de medición.
- ✚ Cuando se abra Rm2; únicamente se podrá medir en el campo de U1.
- ✚ Cuando se abra Rm3; únicamente se podrá medir en los campos de U1 y U2.
- ✚ Cuando se abra Rm4; únicamente se podrá medir en los campos de U1, U2 y U3.

3.1.3 Diseño de amperímetros

Conceptos básicos

El amperímetro es un medio de medición para medir la corriente en elementos de circuitos y sistemas.

En el diseño y fabricación de amperímetros los divisores de corriente o disyuntores de corriente se utilizan como circuitos de medición.

3.1.3.1 Diseño de amperímetros cuyo campo de medición es inferior que el tope máximo del campo de medición del mecanismo

Esquema en bloques

La corriente eléctrica la podemos suministrar directamente al mecanismo de medición.

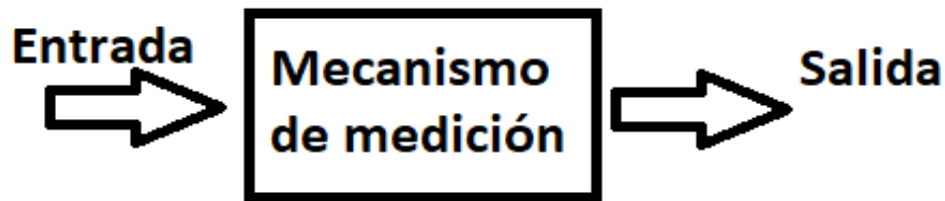


Ilustración 14 Esquema en bloques amperímetros campo menor.

Circuito eléctrico



Ilustración 15 Circuito eléctrico amperímetros campo menor.

Si $I \leq I_M$

En este caso la intensidad de corriente eléctrica a medir es inferior al tope máximo del mecanismo de medición eléctrica, para ello no se requiere calcular algún divisor de intensidad de corriente, debido a que sencillamente podemos aplicarla directamente. (Acosta, 2011)

Cálculo y pruebas de voltímetros de un campo menor

En este caso, si por alguna razón se llegase a abrir el mecanismo de medición eléctrico el amperímetro dejará de funcionar.

3.1.3.2 Diseño de amperímetros cuyo campo de medición es superior al tope máximo del campo de medición del mecanismo

Esquema en bloques

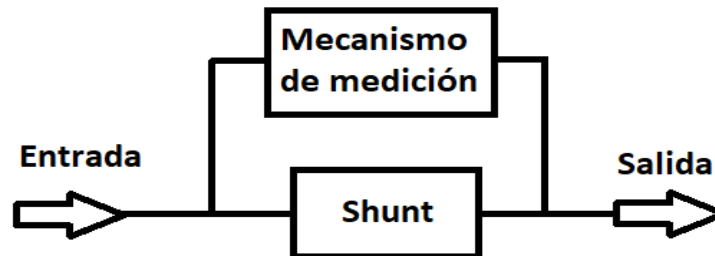


Ilustración 16 Esquema en bloques amperímetros campo mayor.

Circuito eléctrico

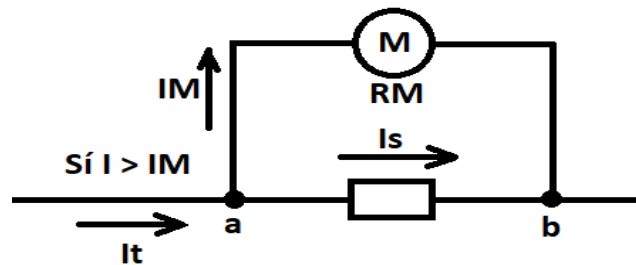


Ilustración 17 Circuito eléctrico amperímetros campo mayor.

Cálculo y pruebas de la resistencia Shunt R_s del circuito eléctrico

$$I_t = I_s + I_M \quad (1) \text{ 1ª Ley de Kirchhoff}$$

Ecuación 10

De donde:

$$I_s = I_t - I_M \quad (2)$$

Ecuación 11

$$V_{ab} = R_s I_s = R_M I_M \quad (3)$$

Ecuación 12

Despejando y sustituyendo (2) en (3)

$$R_s = \frac{R_M I_M}{I_t - I_M} \quad (4)$$

Ecuación 13

En la ecuación inmediatamente anterior nos ha de permitir calcular y diagnosticar la cantidad de la resistencia Shunt cuyo campo de medición de corriente es superior al tope máximo del mecanismo de medición eléctrico.

Cálculo y pruebas de amperímetros de un campo mayor

Para este caso si en algún momento se llegase a abrir la resistencia R_m o por otra parte el mecanismo de medición el amperímetro dejará su funcionamiento. (Acosta, 2011)

3.1.3.3 Diseño de amperímetros con múltiples campos de medición

Esquema en bloques

En esta etapa es importante tener en cuenta la disposición de los bloques.

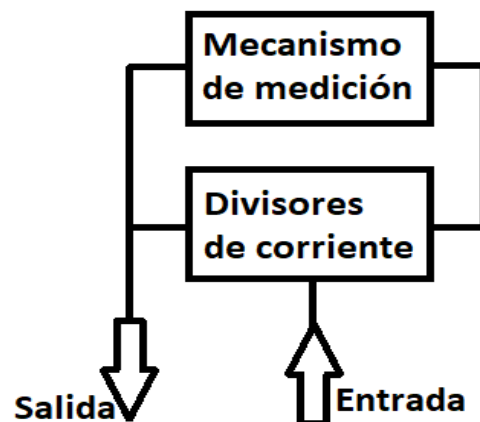


Ilustración 18 Esquema bloques amperímetros múltiples campos.

Circuito eléctrico

En este punto podemos establecer dos probables circuitos eléctricos, los cuales son elaborados por las empresas creadoras de aparatos de medición eléctrica.

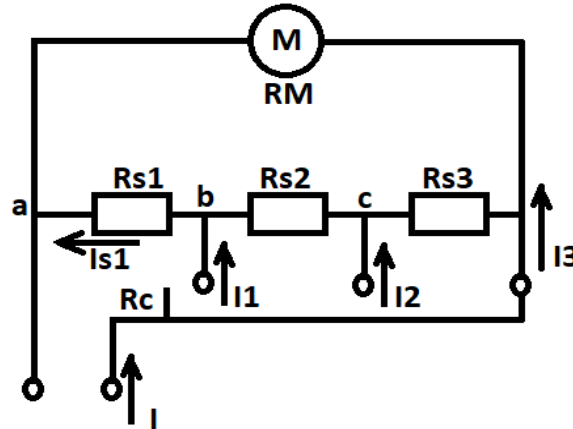


Ilustración 19 Circuito eléctrico A amperímetros múltiples campos.

Esquema A

$$V_{ab} = I_{s1}R_{s1} = I_M(R_{s2} + R_{s3} + R_M)$$

Ecuación 14

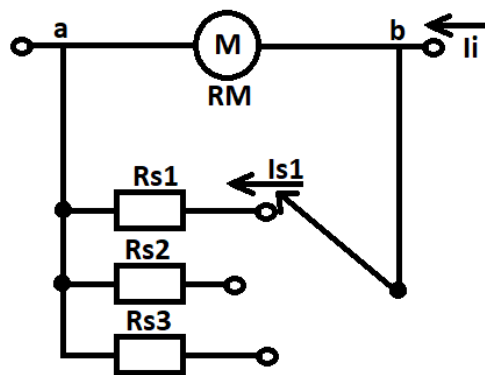


Ilustración 20 Circuito eléctrico B amperímetros múltiples campos.

Esquema B

$$V_{ab} = I_{s1}(R_c + R_{s1}) = I_M R_M$$

R_c = Resistencia de contacto

Ecuación 15

La interpretación matemática muestra que en el diagrama B la resistencia de contacto es parte del esquema de medición, lo que agrega algunos errores adicionales importantes como por ejemplo el desgaste y la suciedad que se pueda presentar en los contactos del interruptor.

Por esta razón el esquema B no deberíamos implementarlo en el diseño de los amperímetros.

Cálculo y diagnóstico de los Shunt para los amperímetros de múltiples campos de medición

Parámetros para la elaboración del proyecto:

- ✚ Se utiliza el esquema A.
- ✚ Procedimiento válido sí: $I_1 > I_2 > \dots > I_n > I_m$

- ✚ Se utiliza ecuación $R_s = \frac{I_M}{I - I_M} R_M$

Ecuación 16

Usando la ecuación de diseño general procedemos a calcular cada derivación para diferentes campos de medición de intensidad de corriente eléctrica.

- ✚ Para I_1 ; R_{s2} y R_{s3} quedan en serie con R_M

$$R_{s1} = \frac{I_M}{I - I_M} (R_{s3} + R_{s2} + R_M)$$

I = Corriente a través del Shunt.

Ecuación 17

✚ Para I_2 ; R_3 queda en serie con R_M

$$R_{s1} + R_{s2} = \frac{I_M}{I - I_M}(R_{s3} + R_M)$$

Ecuación 18

✚ Para I_3 ; R_M queda independiente

$$(R_{s1} + R_{s2} + R_{s3}) = \frac{I_M}{I - I_M}(R_M)$$

Ecuación 19

En este instante contaremos con un sistema en el que tendremos tres ecuaciones y tres incógnitas para lo cual su evaluación es:

A. Cálculo del Shunt que corresponde al máximo campo de medición: I_1 .

$$R_{s1} = \frac{I_M R_M}{I_n - I_M} * \frac{I_n}{I_1}$$

Ecuación 20

Donde:

I_n ; Tope máximo del menor campo de medición eléctrica.

I_1 ; Tope máximo de intensidad de corriente del mayor campo de medición eléctrica.

B. Cálculo de Shunts albergados entre el primero y el último.

$$R_{s/2}^{n-1} = \sum_{i=m-1}^{i=1} R_{si} \left[\frac{I_{m-1}}{I_m} - 1 \right]$$

Ecuación 21

I_m ; Tope máximo de intensidad de corriente del campo que se desea calcular.

I_{m-1} ; Tope máximo de intensidad de corriente del campo anterior al que se desea calcular.

R_{si} ; Resistencia de los Shunts calculados en los campos anteriores.

C. Cálculo del Shunt que corresponde al mínimo campo de medición.

$$R_{sn} = \frac{IM}{I_n - IM} RM - \sum_{i=n-1}^{i=1} R_{si}$$

Ecuación 22

Cálculo y pruebas de amperímetros de múltiples campos

Diagrama del circuito A

- ✚ En caso tal que se llegase a abrir el mecanismo R_m sucederá que el circuito no trabajará en ningún campo de medición eléctrica.
- ✚ En caso tal que se llegase a abrir el Shunt R_{s1} , en absolutamente todos los campos el amperímetro nos indicará por exceso, pudiendo pasar que el mecanismo se llegase a dañar.
- ✚ Si por algún motivo se llegase a abrir Shunt R_{s2} , en el mayor campo de medición eléctrica no habrá indicación alguna, para los demás nos indicará por exceso, pudiendo pasar que el mecanismo se llegase a dañar.
- ✚ Si por algún motivo se llegase a abrir el Shunt R_{s3} , solo nos indicará por exceso, pudiendo pasar que el mecanismo se llegase a dañar.

Diagrama del circuito B

- ✚ Si por algún motivo se llegase a abrir el mecanismo de medición R_m el amperímetro no trabaja en absolutamente ningún campo de medición.

- ✚ Si por algún motivo se llegase a abrir el Shunt R_{s1} , solamente habrá pérdida de indicación en el campo de medición mencionado.
- ✚ Si por algún motivo se llegase a abrir el Shunt R_{s2} , solamente habrá pérdida de indicación en el campo de medición mencionado.
- ✚ Si por algún motivo se llegase a abrir el Shunt R_{s3} , solamente habrá pérdida de indicación en el campo de medición mencionado.

3.1.4 Diseño de ohmímetros

3.1.4.1 Ohmímetro serie

Esta etapa es muy usada para altos valores de resistencia, es la base de los circuitos de los megóhmetros. (Acosta, 2011)

Circuito eléctrico

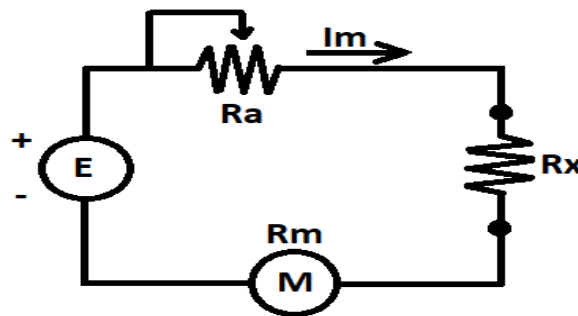


Ilustración 21 Circuito eléctrico ohmímetro serie.

Dónde:

R_a ; Resistencia de calibración.

R_m ; Resistencia del mecanismo.

E ; Fuente de tensión.

R_x ; Resistencia a medir.

I_m ; Intensidad de corriente eléctrica por el mecanismo.

Principio de funcionamiento

La intensidad de corriente suministrada por la fuente de poder E fluye en serie a través del objeto con la resistencia R_x y la resistencia interna de la estructura R_m .

Según la ley de Ohm el amperaje indispensablemente depende del valor de la resistencia total del circuito y del voltaje aplicado por lo que la indicación del dispositivo dependerá del valor de la resistencia objeto de la medida de R_x .

La resistencia ajustable R_a puede ajustar la pérdida de energía debido a la utilización o deterioro.
(Acosta, 2011)

3.1.4.2 Ohmímetro paralelo

Esta etapa es muy importante para los valores pequeños de resistencia. A Continuación veremos el circuito eléctrico representativo y su respectivo principio de funcionamiento.

Circuito eléctrico

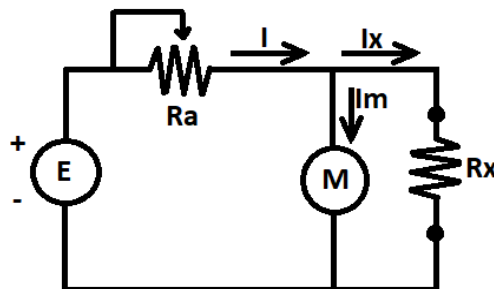


Ilustración 22 Circuito eléctrico ohmímetro paralelo.

Dónde:

R_a ; Resistencia de calibración.

R_m ; Resistencia del mecanismo.

E ; Fuente de tensión.

R_x ; Resistencia a medir.

I_m ; Intensidad de corriente eléctrica por el mecanismo.

I_x ; Intensidad de corriente eléctrica por la resistencia desconocida

I ; Intensidad de corriente eléctrica de la fuente.

Principio de funcionamiento

En un ohmímetro paralelo, la intensidad de corriente eléctrica suministrada por la fuente eléctrica de alimentación se divide en dos, I_m es la intensidad de corriente que circula por el dispositivo e I_x la intensidad de corriente que circula por la resistencia a medir. Cuanto mayor sea el valor de R_x menos corriente fluirá y más leerá el ohmímetro. (Acosta, 2011)

3.1.5 Control de temperatura

3.1.5.1 Circuitos de control de temperatura

El mecanismo electromecánico funciona pasando una parte de corriente por un inductor de cobre. La resistencia del cobre radica principalmente en gran medida de la temperatura.

Una de las leyes que habla sobre el control de la temperatura corresponde a fijar una resistencia de manganina en serie con el mecanismo.

Posibles esquemas

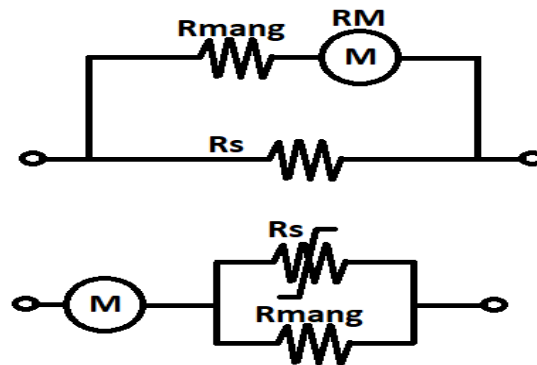


Ilustración 23 Posibles esquemas control de temperatura.

Si el valor de resistencia del cobre es menos importante que el del manganeso el cambio en su valor debido a la temperatura no causa grandes errores.

Por ejemplo si la resistencia del mecanismo de cobre tiene un valor de **2 ohmios** y baja a **1 ohmio** por razones de temperatura entonces su valor se reduce en **50%** lo que da como resultado un error de **50%**.

Pero si conectamos una resistencia manganina de **98 ohmios** en serie con el dispositivo y agregamos 2 piezas de latón al mecanismo la rama tendrá una resistencia total de **100 ohmios**.

En el ramal con dos resistencias como en el primer diagrama si la resistencia del cobre baja a **1 ohm** su valor es el **50%** pero en este caso será solo **1** en la suma del ramal lo que solo provocará un primer error.

Para mejorar la estabilidad se puede colocar un termistor en paralelo con resistencias de manganina que cambian de valor a medida que cambia la temperatura y pueden tener un coeficiente positivo si aumentan o se vuelven negativos si disminuyen. Este diagrama se muestra en el segundo diagrama. (Acosta, 2011)

3.1.6 Circuitos rectificadores

3.1.6.1 Conceptos básicos

Los mecanismos de medida de potencia de los circuitos divisores de corriente y voltaje de los cuales el más popular ha pasado con el tiempo y ahora es muy utilizado por sus características metrológicas, es el mecanismo de campo magnético presentado como una dificultad mayor el que solo trabaja en corriente continua.

Para poder medir la corriente alterna es necesario convertirla en corriente continua y luego aplicarla solo al mecanismo del campo magnético.

Existen rectificadores específicos en el circuito de medición, para comprender su principio de funcionamiento es necesario revisar primero la teoría de la rectificación de corriente alterna en circuitos electrónicos. (Acosta, 2011)

3.1.6.2 Efecto de rectificación



Ilustración 24 Efecto de rectificación.

En la rectificación de voltaje CA o CC un fenómeno físico de una índole (alterna) se transforma en otro de distinta naturaleza lo mismo ocurrirá si le damos la vuelta al fruto de naranja a aguacate.

El dispositivo mágico que puede hacer esta conversión se llama "rectificador variable". La corriente o voltaje CA se caracteriza por las dimensiones que se mencionan a continuación: valor máximo, valor pico a pico, valor eficaz, efectivo o rms.

La intensidad de corriente eléctrica o tensión continua se caracteriza básicamente por su valor medio o V_{cc} .

Hay dos tipos básicos de rectificadores media onda y onda completa. Si se agrega un capacitor a la salida del rectificador entonces tenemos un filtro rectificador. (Acosta, 2011)

3.1.6.3 Rectificación de media onda

Gráfica de funciones

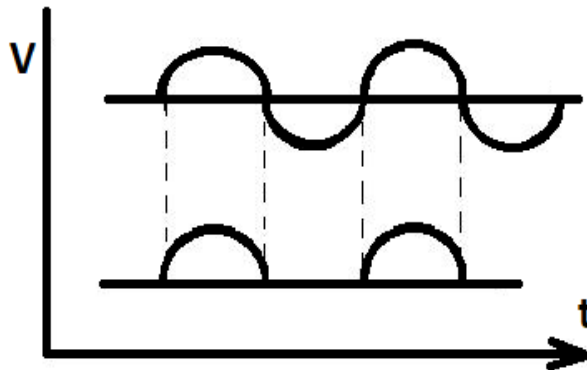


Ilustración 25 Rectificación de media onda.

Como se muestra en la figura anterior, únicamente el semiciclo positivo de la señal de entrada puede pasar a través de la salida, es decir permitirá el paso solamente de la sección positiva de la señal de entrada, en la salida tendremos una señal de corriente continua pulsada, la cual ocurrirá en semiciclos alternos. (Acosta, 2011)

Análisis matemático

A continuación se debe proceder a realizar el respectivo cálculo y diagnóstico del voltaje de corriente continua presente a la salida del sistema.

$$V_{cc} = 0.318 V_{m\acute{a}x} \quad \text{Ecuación 23}$$

$$V_{cc} = 0.45 V_{rms} \quad \text{Ecuación 24}$$

Los valores de V_{cc} en las ecuaciones 23 y 24 corresponden a los valores que permiten la conversión de corriente alterna a corriente directa.

De las formulas anteriores se pueden establecer la relación que se presenta entre V_{rms} y V_{cc} .

$$V_{rms} = (1/0.45) V_{cc} \quad \text{Ecuación 25}$$

$$V_{rms} = 2.22 V_{cc} \quad \text{Ecuación 26}$$

De dónde obtenemos que:

$$f = V_{rms} / V_{cc} = 2,22 \quad \text{Ecuación 27}$$

Dónde:

$f = 2,22$; corresponde al valor del factor de forma de onda o lo que es igual a la relación entre

V_{rms} y V_{cc} vistos en la rectificación de media onda anteriormente. Ecuación 28

3.1.6.4 Rectificación de onda completa

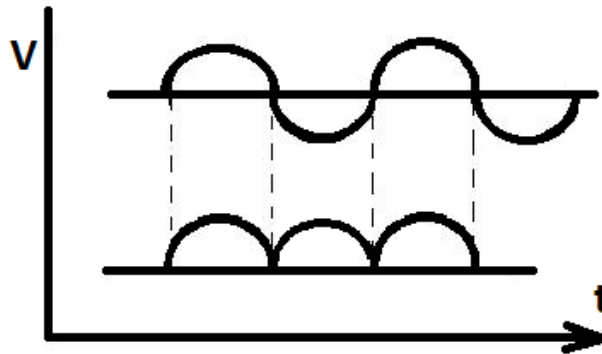


Ilustración 26 Rectificación de onda completa.

Gráfica de funciones

En la figura 22 podemos observar inicialmente que los semiciclos negativos de la entrada son inclusive recibidos y filtrados, es decir también se dejan pasar, pero estos semiciclos son rectificadas a semiciclos positivos, es decir se presencia el fenómeno de conversión. Para finalizar podemos observar que a la salida se tiene corriente continua pulsante durante todos los semiciclos.

Análisis matemático

En seguida procedemos a realizar el cálculo del valor que sea promedio del voltaje de corriente continua presente a la salida del sistema.

$$V_{cc} = 0.636 V_{m\acute{a}x}$$

Ecuación 29

$$V_{cc} = 0.9 V_{rms}$$

Ecuación 30

Los valores de V_{cc} en las ecuaciones 29 y 30 corresponden a los valores que permiten la conversión de corriente alterna a corriente directa.

De las formulas anteriores podemos establecer la relación que se presenta entre V_{rms} y V_{cc} .

$$V_{rms} = (1/0.9) V_{cc}$$

Ecuación 31

$$V_{rms} = 1.11 V_{cc}$$

Ecuación 32

A lo cual podemos decir que:

$$f = V_{rms} / V_{cc} = 1,11$$

Ecuación 33

Donde:

$f = 1,11$; corresponde al valor del factor de forma de onda o lo que corresponde a la relación entre V_{rms} y V_{cc} vistos en la rectificación de media onda anteriormente. *Ecuación 34*

Es importante tener en cuenta para la medición de señales no sinusoidales, el valor del factor de forma de onda. (Acosta, 2011)

3.1.6.5 Rectificación con filtro

Gráfica de funciones

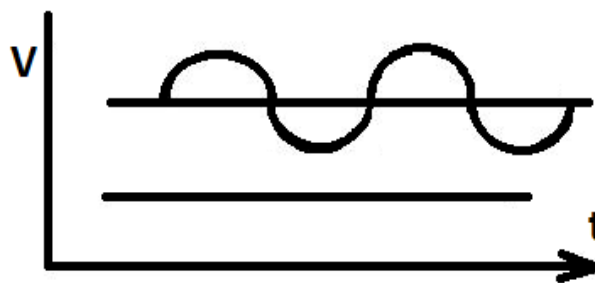


Ilustración 27 Rectificación con filtro.

De manera experimental la línea recta que se ilustra en la imagen 23 se ha obtenido de instalar un condensador en función de filtro a la salida del rectificador.

Análisis matemático

$$V_{cc} = V_{m\acute{a}x}$$

Ecuación 35

Al examinarlo se puede ver que el valor promedio de la tensión de CC en la salida es igual al valor máximo de la tensión de CA. (Acosta, 2011)

3.1.6.6 Circuitos rectificadores para mediciones

En los circuitos para la rectificación de la onda electrónicos están modificados para un uso especial en electrónica, aquí están algunas de las fallas más frecuentes.

La interpretación matemática se basa según el tipo de media onda u onda completa que se pudo ver en la pasada sección.

Tipo A

Esquema eléctrico

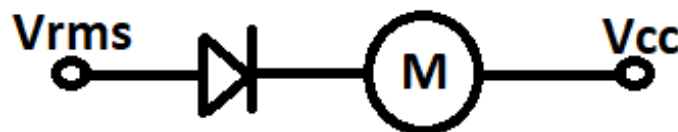


Ilustración 28 Esquema eléctrico A circuito rectificador.

Características

Señal de media onda, para la cual tendremos baja sensibilidad, y también se verá afectada por el pico inverso.

Tipo B

Esquema eléctrico

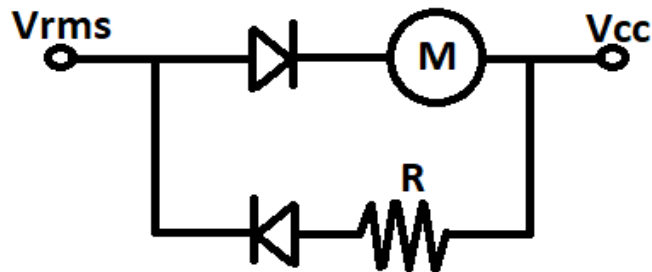


Ilustración 29 Esquema eléctrico B circuito rectificador.

Características

Media onda, elimina pico inverso, poca sensibilidad.

Tipo C

Esquema eléctrico

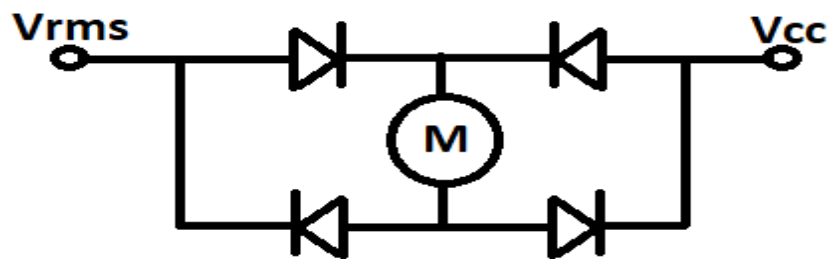


Ilustración 30 Esquema eléctrico C circuito rectificador.

Características

Señal de onda completa, la cual se verá en gran medida afectada por la temperatura, incrementando la sensibilidad del mismo.

Tipo D

Esquema eléctrico

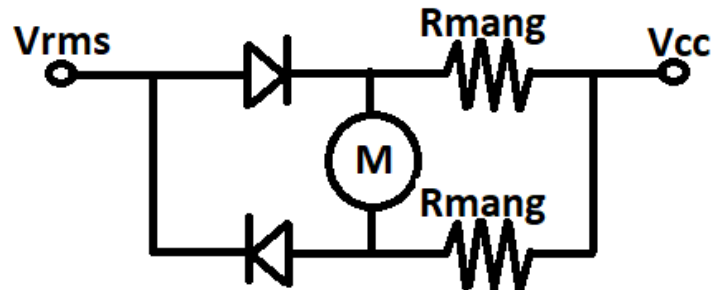


Ilustración 31 Esquema eléctrico D circuito rectificador.

Características

Señal de onda completa, la cual contará con buena estabilidad frente a la temperatura y también muy baja sensibilidad.

Tipo E

Esquema eléctrico

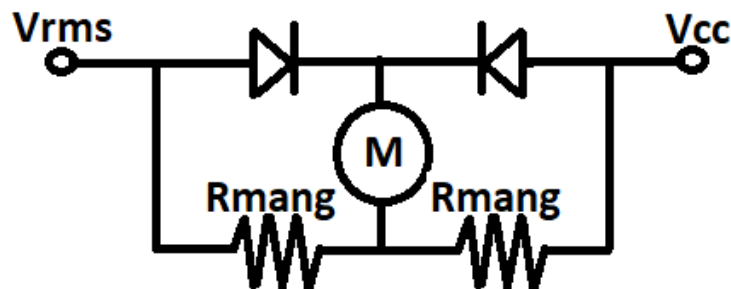


Ilustración 32 Esquema eléctrico E circuito rectificador.

Características

Señal de onda completa usualmente para corrientes grandes, su principal defecto es que pierde estabilidad frente a la temperatura.

Tipo F

Esquema eléctrico

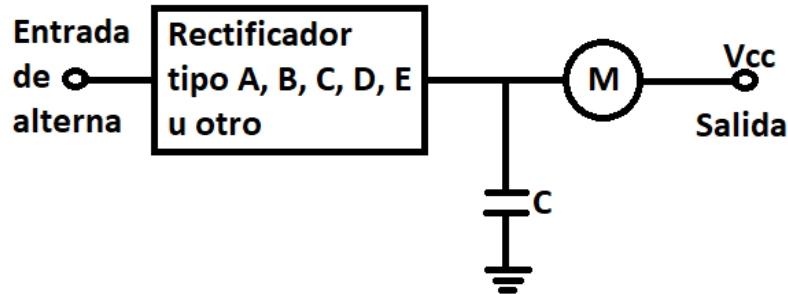


Ilustración 33 Esquema eléctrico F circuito rectificador.

Para este tipo si a los circuitos de rectificación de la onda vistos del A al E, le agregamos un filtro, se tendrá como resultado el tipo F.

Características

Para la rectificación con filtro se tiene un aumento de la sensibilidad, y adicional a ello, todas las características del tipo con el que hayamos creado el tipo F.

3.1.7 Selección de conductores

Como primera instancia se debe garantizar que el diámetro del conductor por el cual optaremos deberá soportar una intensidad de corriente eléctrica mayor que la máxima posible en el circuito.

Criterio de selección de conductores

$$I_c > I_{max}$$

Ecuación 36

En esta sección el primordial aspecto a considerar es que la intensidad de corriente nominal que atraviese el conductor tiene que ser mucho mayor que el valor superior de corriente eléctrica que atraviese el circuito.

Dimensionamiento de los conductores

Los Shunt se fabrican de cobre, manganina, nicron o cualquier otro conductor que pueda satisfacer las necesidades dimensionales.

Conociendo los valores de las resistencias de cada Shunt y la resistencia específica del material utilizado generalmente manganina, se puede obtener la longitud de cada conductor. (Acosta, 2011)

La longitud de conductor a utilizar se define:

$$L_i = R_{si} / r_{oi} \quad (m) \qquad \text{Ecuación 37}$$

Dónde:

L_i ; longitud del conductor.

R_{si} ; resistencia total necesaria para la fabricación del Shunt.

r_{oi} ; resistencia específica o por unidad de longitud del conductor.

3.1.8 Selección de protecciones

Condición de selección

$$I_c > I_f > I_{max} \qquad \text{Ecuación 38}$$

En esta sección basta con tener siempre en cuenta que la intensidad de corriente nominal de la protección a utilizar, en este caso el fusible, tiene que obligatoriamente ser mucho menor que el valor de la máxima intensidad de corriente que atraviese el conductor y a su vez también debe ser mayor al valor de intensidad de corriente a través del circuito. (Acosta, 2011)



3.2 Análisis de impacto social, a la formación humana, a la diversidad cultural, profesional y científico.

La implementación del presente trabajo de grado, pretende generar impacto multifocal donde no solo haya influencia a nivel institucional sino también de manera general donde cualquier aprendiz que requiera de la información tenga fácil acceso y comprensión de la misma.

Socialmente los contenidos que estarán disponibles en las diferentes herramientas tales como los entornos cuánticos y el libro, serán de gran utilidad debido a que estos estarán disponibles de forma abierta y accesible a cualquier tipo de público. Este tipo de espacios virtuales y físicos generan gran factibilidad a la hora de adquirir nuevo conocimiento, realizar investigaciones o complementación de las mismas; también se puede encontrar la generación de actitudes positivas que impulsen al crecimiento y desarrollo personal y/o el cumplimiento de metas propuestas, que abiertamente conducirán a la formación de valores y principios humanos.

Evidentemente hoy en día se busca la libertad y libre expresión de los seres humanos, sin presentar rechazo alguno, estos contenidos no son la excepción puesto que son puestos a disposición de la diversidad cultural para su uso y correcta implementación académica. Por esto a nivel profesional el uso y apropiación de estos contenidos forjarán profesionales íntegros con conocimientos ingenieriles de sumo interés en la formación y el desarrollo multimodal dentro de una sociedad en el entorno ingenieril eléctrico, siendo de esta manera una de las metas primordiales de la ejecución del presente trabajo de grado. Dada la magnitud y percepción de información a nivel científico es importante recalcar que este tipo de información es vital para la investigación, el diseño y ejecución de circuitos de medición y de esta manera fomentar incentivar a la creación de proyectos y la ejecución de nuevas herramientas de investigación.

3.3 Impacto ambiental y económico

Hoy en día una de las mayores responsabilidades como seres humanos corresponde a la protección y resguardo del medio ambiente. Una de las grandes incertidumbres que han surgido a nivel profesional es la pregunta ¿Qué fenómeno contamina más, la lectura digital o la lectura en papel impreso?, contrariamente a la creencia popular imprimir información en papel puede ser menos dañino para el medio ambiente que la huella de carbono de la lectura digital y la producción de libros electrónicos o "dispositivos de lectura electrónica" según el ambientalista y representante de la industria del papel. Por ejemplo es mejor para el medio ambiente imprimir un correo electrónico con un archivo adjunto a dos caras de cuatro páginas en blanco y negro que leerlo en una pantalla de computadora por un total de más de quince minutos según datos proporcionados por la Asociación Española de Fabricantes de Celulosa Papel y Cartón (ASPAPPEL). El consejero delegado Carlos Reinoso explicó que la huella de carbono de la impresión en papel podría superar el consumo de información digital y de hecho la gente ha "comenzado a preocuparse" por el desperdicio de tecnología. Para su organización la huella de carbono generada por la impresión de un libro de tapa dura de 300 páginas durante todo su ciclo de vida (desde el árbol hasta el lector) es de 12 kg de CO₂ equivalente a 115 búsquedas. Las búsquedas en Internet son en promedio menos de un minuto o dos horas en total de consulta digital. (Aragón, 2013)

Nadie duda de que la lectura es uno de los ejes fundamentales que no solo significan el progreso económico sino también el progreso importante y moral de una sociedad sino que para este progreso sepamos cuál de los dos sistemas es más estable. .

Presagiando un ebook ya no es más duradero que un libro en papel si se utiliza para leer más de 40 libros digitalizados en 360 páginas o 340 revistas de 40 hojas. La Asociación Española de Fabricantes de Celulosa Papel y Cartón (ASPAPPEL) destaca que el ciclo del papel es sostenible. De hecho según la asociación estamos ante un recurso renovable: los bosques. Por un lado los

árboles producen madera donde el CO₂ que queda almacenado en el papel se inmoviliza contribuyendo así a que el ambiente sea más limpio. Los libros de papel emiten 100 veces menos gases de efecto invernadero que los libros electrónicos. Un libro electrónico afirma extraer 15 kg de minerales incluidos rastros de metales exóticos como la columbita-tantalita comúnmente extraída en áreas devastadas por la guerra en África. Un e-reader también requiere 79 litros de agua para fabricar aterías y diagramas de cableado así como para purificar metales como trazas de oro en circuitos eléctricos. Un libro hecho con papel reciclado consume alrededor de 300 gramos de minerales. Y solo se necesitan 2 litros de agua para hacer la pulpa que luego se prensa en caliente y se seca para hacer papel. (Santos, 2019)



Ilustración 34 eBook vs libro

(Santos, 2019)

3.4 Sistema Mel

El sistema Mel es un entorno cuántico que contiene un compendio de fundamentos ingenieriles dirigido especialmente al programa de Ingeniería eléctrica, busca ser una herramienta de fácil acceso para cualquier individuo del mundo que desee formarse en temas de ingeniería eléctrica. Otro de sus objetivos es aprovechar las facilidades que brindan los servidores web para administrar el entorno cuántico en el diseño, aprovechamiento de espacio, edición, modificación y apropiación de contenidos, los cuales resultan ser bastantes si los comparamos con un libro impreso de manera clásica, entre ellas podemos resaltar que la modificación del entorno cuántico se puede realizar en cualquier instante, mientras que un libro clásico tendría que volverse a imprimir cada vez que se realice un nuevo tomo o una nueva actualización, otro aspecto es el espacio que ocupa, realmente un entorno cuántico no podríamos atribuirle un espacio físico en nuestro bolsillo en comparación con un libro clásico y de esta manera podríamos seguir hablando de la cantidad de beneficios y ventajas que ofrece el contar con contenidos en un entorno cuántico a diferencia de un libro clásico impreso.

Dentro de los principales aspectos a resaltar es que este entorno cuántico se caracteriza por ser claro y preciso en sus definiciones y contenido, su interés ha sido el de suministrar al lector la información necesaria para su formación sin fundamentos vanos o poco relevantes. Sus contenidos están muy bien estructurados y la navegación por el entorno cuántico es muy intuitiva, basta con ingresar desde Google Antonio Gan e ingresar al primer sitio que el buscador nos presenta, con el principal fin de que la formación en temas complementarios de la Ingeniería Eléctrica esté al alcance de quien se desee instruir. Adicional a ello el entorno presenta acceso a salas cuánticas destinadas a la solución de dudas, aclaración de contenidos, dictar conferencias, charlas o cualquier otra actividad de índole cuántico. También se presentan laboratorios con sus respectivas asignaciones, explicados paso a paso e inclusive algunos en su mayoría presentar ejemplos para su fácil asimilación y mejor proyección.

3.5 Resultados

- ✓ Se cumplieron todos los objetivos pactados en el trabajo de grado.
- ✓ La Universidad de Pamplona ahora cuenta con un curso de diseño de circuitos de medición en la herramienta de gestión de aprendizaje Moodle que actualmente administra y que está puesta abiertamente a la comunidad académica de la Universidad de Pamplona.

3.5.1 Cumplimiento de objetivos

- ✚ *Analizar fundamentos para el diseño y elaboración de circuitos de medición eléctrica con labor ingenieril.*

De manera general para la realización y cumplimiento del primer objetivo planteado se procedió a consultar fundamentos, estudiarlos, observar contenidos, detallar cada uno de los resultados, compararlos y por último considerar cada uno de los aspectos importantes, con la ayuda de los recursos digitales que ofrece la Universidad de Pamplona y la búsqueda general en la web.

- ✚ *Definir parámetros y fundamentos necesarios para el diseño y elaboración de circuitos eléctricos en la formación ingenieril.*

Los fundamentos de diseño de circuitos eléctricos de medición, están presentes en el capítulo 3.1 del presente documento y también disponibles en los entornos digitales y aplicación móvil, como producto de una profunda investigación respecto a los temas asociados.

- ✚ *Implementar recursos en entornos cuánticos para la formación ingenieril en diseño de circuitos eléctricos.*

1. Entorno cuántico en Google sites:

<https://sites.google.com/view/circuitos-de-medicion/inicio>

2. Entorno cuántico Moodle:

<https://vtaone.ciadti.co/course/view.php?id=312§ion=3>

3. Libro digital en formato Microsoft Word y pdf.

4. De manera adicional se ha realizado una aplicación de descarga gratuita disponible para celulares con sistemas operativos android, la cual presenta los mismos contenidos tratados en los entornos cuánticos y su descarga se puede realizar en el siguiente link:

https://drive.google.com/file/d/1z6RLFo4p-fjczW4RERvvNOqZTay_9oHH/view

A continuación se presentan capturas de pantalla de la presentación de contenidos que se da en la plataforma Google sites, la aplicación para teléfonos celulares android y la plataforma para la gestión de aprendizaje Moodle.

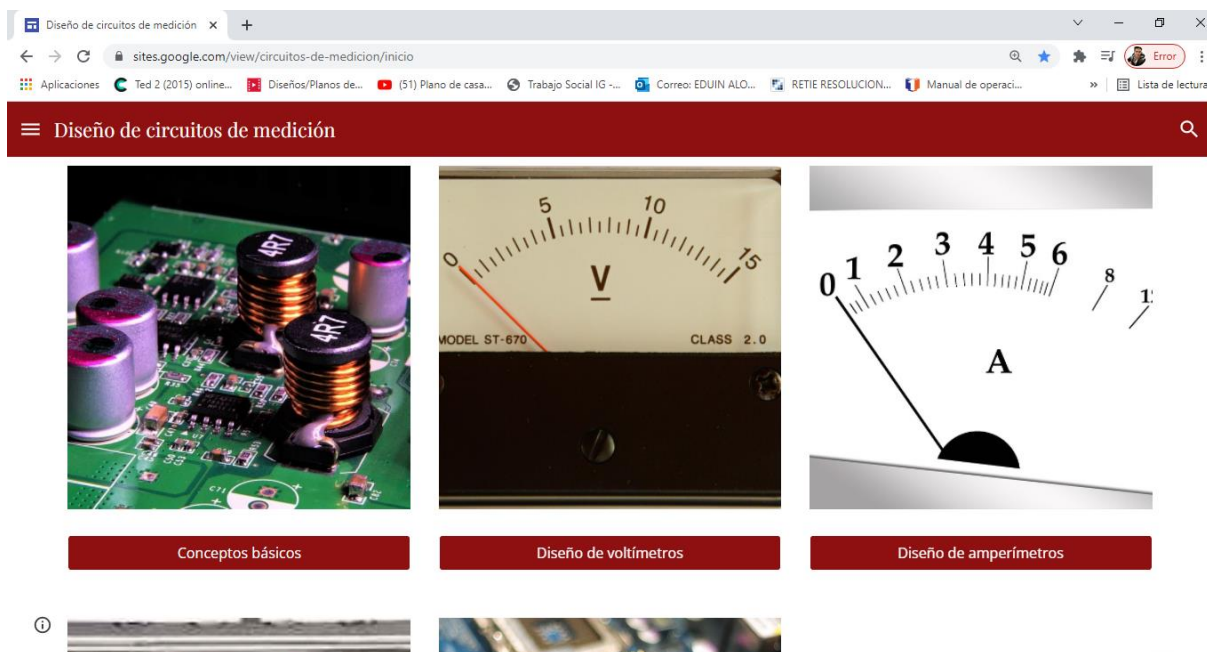


Ilustración 35 Vista principal entorno cuántico Google sites.

En la vista principal, se presenta la distribución de contenidos para ello se han establecido botones con una imagen característica a la respectiva sección. Se ha buscado una navegación fácil, dinámica y confortable, para el usuario. Partimos de ocho temas generales que a su vez se han de dividir en subtemas dependiendo la estructura de las temáticas a tratar en cada uno de ellos. En esta misma sección se presenta un acceso directo a la página institucional de la Universidad de Pamplona, con el fin de facilitar la búsqueda y resaltando el sentido de pertinencia de los contenidos y el entorno cuántico.

Como se puede observar en la siguiente captura de pantalla en la parte inferior de cada ventana presentadas en el entorno se encuentran tres botones, uno para regresar a la página anterior, uno para continuar a la siguiente pestaña y el otro para en su defecto regresar al inicio del entorno. Todo esto con el fin de favorecer la navegación en el entorno cuántico.

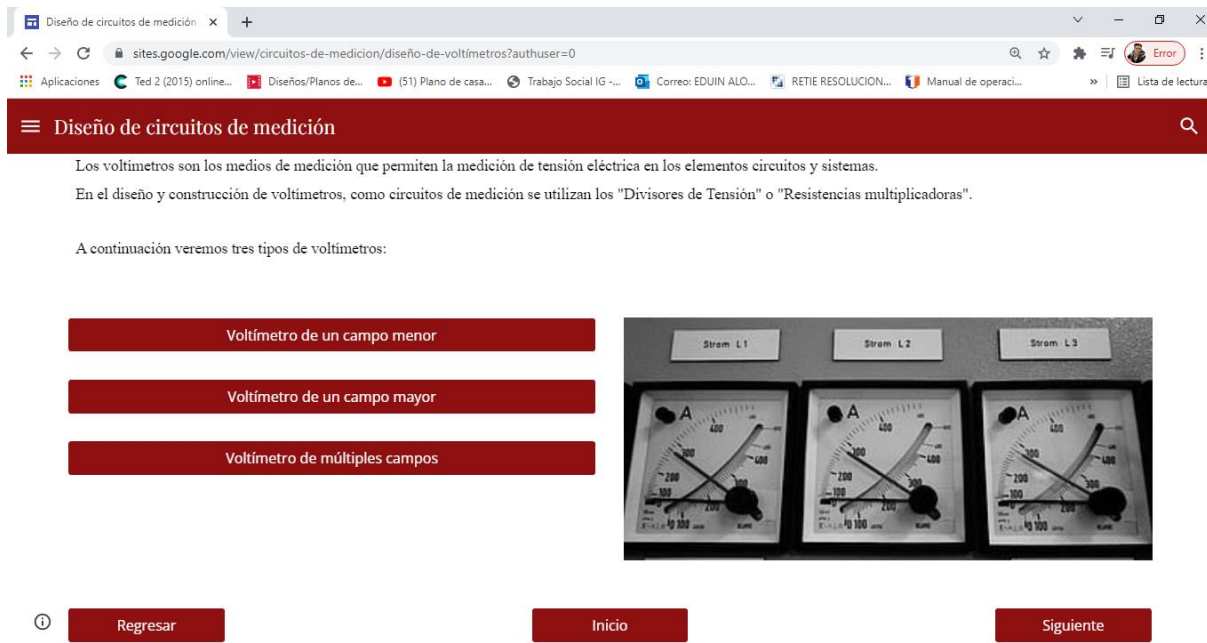


Ilustración 36 Visualización navegación de subtemas en el entorno cuántico.

La siguiente captura de pantalla corresponde a la parte inferior del entorno cuántico en la cual se presentan dos espacios de acceso directo, en primer lugar a la descarga de la aplicación para celulares y equipos con sistema de funcionamiento android, basta con pulsar el botón y se redirigirá a un espacio para realizar la descarga en modo automático, por otro lado el segundo espacio es el acceso directo a la herramienta de gestión de aprendizaje Moodle, en la cual se encuentra un documento con los mismos contenidos a disposición de la comunidad académica, esto con el fin de dar soporte y respaldo a los valiosos fundamentos de diseño de circuitos de medición que se albergan en el entorno cuántico.

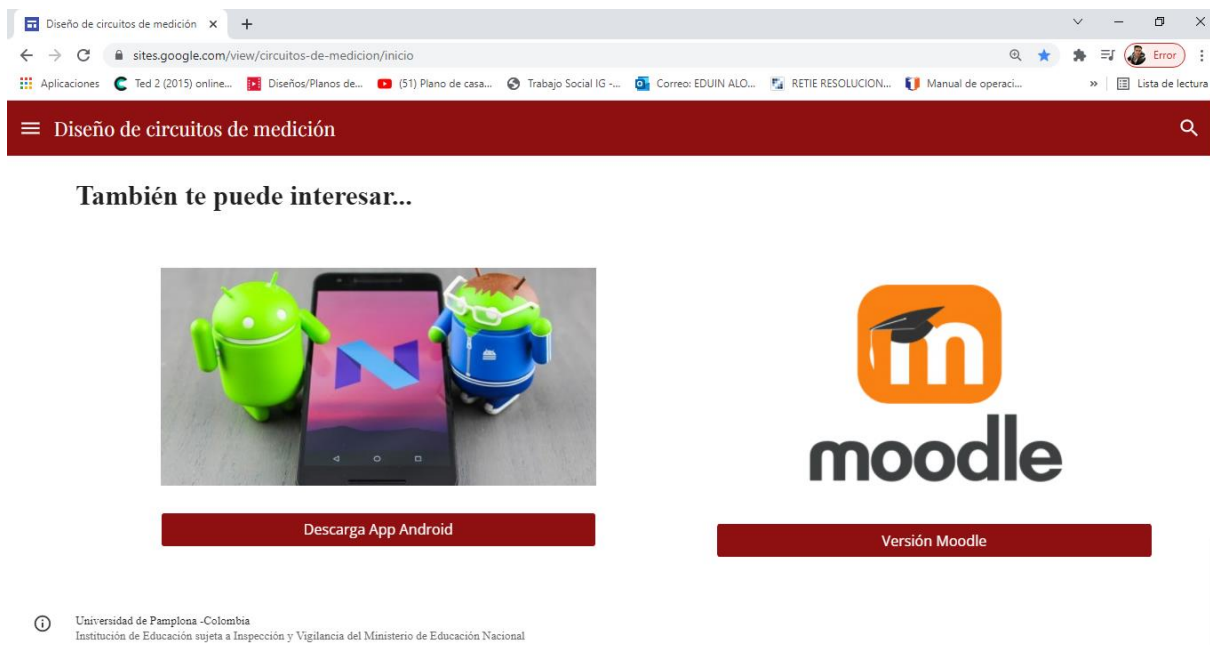


Ilustración 37 Acceso directo a la descarga de App e ingreso al sitio Moodle.

En cuanto a la aplicación para teléfonos celulares, luego de descargarla e instalarla en el dispositivo, se procede a instalarla de manera habitual a cualquier otra aplicación. En las capturas de pantalla que se presentan a continuación se puede observar la forma como el entorno se

adapta a la pantalla, la clara visualización de los textos e imágenes presentadas en los contenidos y la fácil navegación.



Ilustración 39 Vista inicial aplicación móvil.



Ilustración 38 Presentación de contenidos.

≡ Diseño de circuitos de medición 🔍

se utilizan los "Divisores de Tensión" o "Resistencias multiplicadoras".

A continuación veremos tres tipos de voltímetros:

Voltímetro de un campo menor

Voltímetro de un campo mayor

Voltímetro de múltiples campos



Regresar

Inicio

Siguiente

Ilustración 41 Vista de subtemas, acceso a teclas de navegación.

≡ Diseño de circuitos de medición 🔍

Los medios de medición se dividen en tres grandes grupos, las medidas, los convertidores de medición y los instrumentos de medición.



Ilustración 1 Medios de medición e instrumentos de medición

Los instrumentos de medición a su vez se dividen en dos partes constructivas fundamentales, el circuito de medición y el mecanismo de medición.

Los mecanismos de medición generalmente trabajan con valores de tensión y corriente muy pequeñas, es por ello que se necesita un circuito que "ACOMODE", la señal objeto de medición de forma tal que pueda trabajar el mecanismo de medición. Estos

Ilustración 40 Vista de texto e imágenes del entorno.

Para finalizar, los contenidos también se encuentran disponibles en la herramienta para la gestión del aprendizaje Moodle, cuya intención es que estos contenidos estén disponibles en los próximos semestres a los estudiantes y docente del curso de Mediciones eléctricas, como respaldo y guía en la formación de los próximos profesionales ingenieriles.

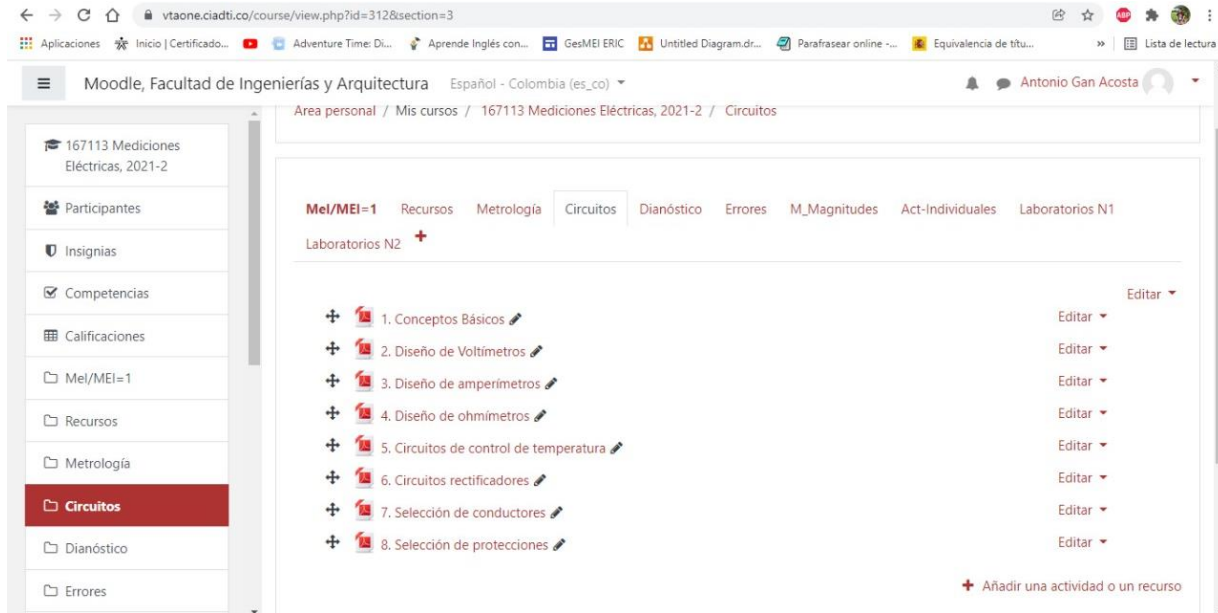


Ilustración 42 Vista de contenidos modo administrador.

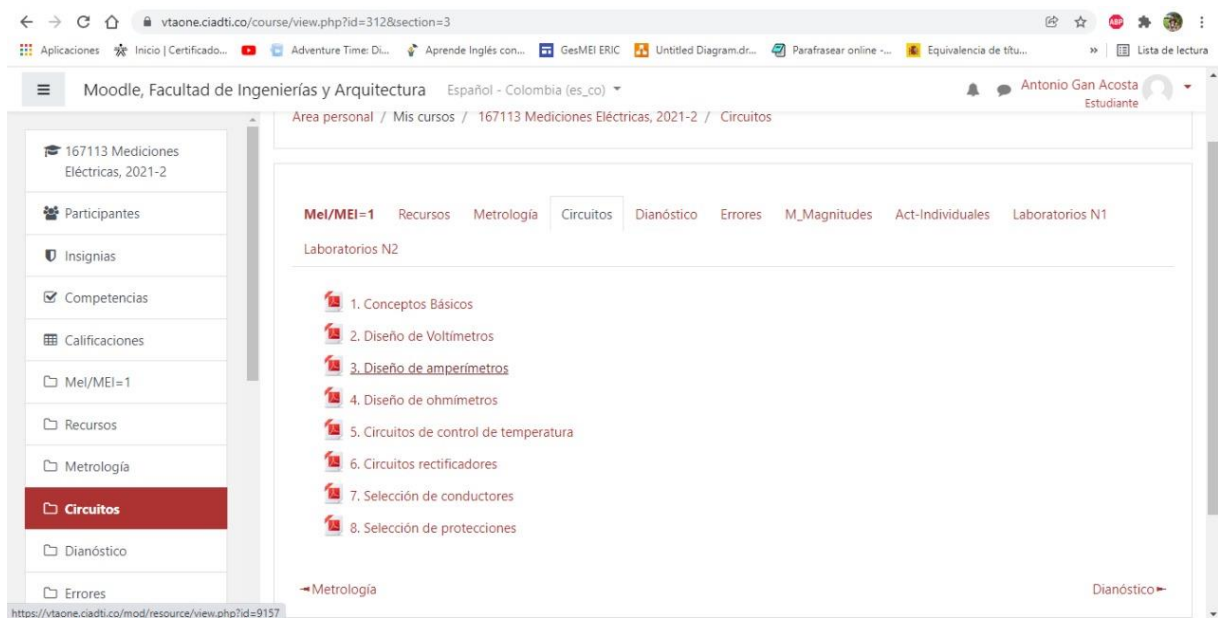


Ilustración 43 Vista de contenidos modo estudiante.



3.6 Conclusiones

1. La formación profesional en el diseño de circuitos eléctricos de medición es de vital importancia en el ingeniero electricista, es una herramienta clave en el proceso y ejecución de actividades en el entorno laboral.
2. El entorno cuántico cuenta con los contenidos mínimos necesarios para la formación profesional en el diseño de circuitos eléctricos de medición.
3. Los entornos cuánticos son una base fundamental en la formación profesional, sirven de complemento a las asignaciones que se deben tomar en la formación, obteniendo así mejores resultados profesionalmente.
4. La implementación del nuevo entorno cuántico en Google sites brinda respaldo y conservación de los contenidos propios de diseño de circuitos medición, facilita el acceso y próximas actualizaciones.
5. La elaboración del nuevo entorno cuántico y la duplicación de esta información en Moodle junto con la aplicación para teléfonos celulares, brinda mayor alcance y accesibilidad a la información, para la utilización y estudio del diseño de circuitos de medición eléctrica.

3.7 Referencias bibliográficas

- Acosta, A. G. (2011). *Mediciones eléctricas para Ingenieros*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/medicionesmei/>
- Alejandro Regalado-Méndez, F. K.-V.-L.-R. (2014). *Balaceo de Ecuaciones Químicas Integrando las Asignaturas*. Mexico.
- Aragón. (10 de Agosto de 2013). Lectura digital o en papel... ¿qué contamina más? *El Herald*.
Área tecnología. (2021). Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/corriente-electrica.html>
- Armenteros, A. M. (2021). *Error, Incertidumbre, Precisión y exactitud*. Obtenido de http://coello.ujaen.es/congresos/cicum/ponencias/Cicum2010.2.02_Ruiz_y_otros_Error_incertidumbre_precision.pdf
- Alejandro Regalado-Méndez, F. K.-V.-L.-R. (2014). Un enfoque de aprendizaje activo. *Un enfoque de aprendizaje activo*.
- BOSCO, U. D. (s.f.). *USO DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN ELÉCTRICA (PARTE I)*. Obtenido de <http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/943/1/Usodeinstrumentosde%20medic%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica%20parte%20I.pdf>
- Ciencia, tecnología e ia*. (2021). Obtenido de <https://citeia.com/innovaciones-en-tecnologia/instrumentos-de-medicion-electrica-basicos>
- Delgado, E. (2017). *SPC Consulting group*. Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/resolucion-de-los-instrumentos-de-medicion/>
- Educación, M. d. (2020). *Ministerio de educación*. Obtenido de Ministerio de educación: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-399094_recurso_1.pdf
- Educación, M. d. (s.f.). *Ley 115 de 1994*. Obtenido de Ley 115 de 1994: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Expósito, A. G. (2003). *Sistemas eléctricos de potencia*. Madrid: Pearson Educación.
- Federico G. Rosales, V. M. (2016). *Scielo*. Obtenido de Scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062016000600002
- Morocho, M. F. (2015). *Desarrollo e implementación de un sistema de medición, monitoreo y control de carga eléctrica para aplicaciones domestica*. *Desarrollo e implementación de un sistema de medición, monitoreo y control de carga eléctrica para aplicaciones domestica*. Ecuador.

- Niño, J. A. (2020). Análisis de circuitos eléctricos. *Análisis de circuitos eléctricos*. Bogota , Bogota, Colombia.
- Peru, U. t. (2018). *Repositorio Institucional*. Obtenido de Repositorio Institucional: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/1475>
- Ramos Azcuy, F. J. (2021). *Evaluación del servicio de formación virtual en la Cátedra de Calidad, Metrología y Normalización*. Cofin Habana.
- Redondo, F. (2021). *Corriente eléctrica*. Obtenido de https://electricidad.usal.es/Principal/Fenomenos/Publicaciones/Descargas/03_Corriente_electrica.pdf
- Salatino, F. B. (2015). Circuitos segmentados de consagración académica: las revistas de Ciencias Sociales y Humanas en la Argentina. *Circuitos segmentados de consagración académica: las revistas de Ciencias Sociales y Humanas en la Argentina*. Sigma, S. (2012). *Caletec* . Obtenido de <https://n9.cl/qf81hz>
- Sols Rodríguez-Candela, A. (2000). Fiabilidad, mantenibilidad, efectividad. Comillas.
- UNESCO. (2015). *UNESDOC*. Obtenido de UNESCO: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233816_spa
- UNESCO. (2021). *UNESCO*. Obtenido de UNESCO: <https://es.unesco.org/themes/education>
- UNESCO. (2021). *UNESCO*. Obtenido de UNESCO: <https://es.unesco.org/node/266407>
- Universidad Don Bosco. (s.f.). *Laboratorio de Física, Electricidad y Magnetismo*. Bogotá.
- Volvo. (2021). *Diariomotor*. Obtenido de <https://n9.cl/motorvolvo>