



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial
Industrial

TÍTULO:

“Análisis técnico y presupuesto para la repotenciación de los circuitos de energía eléctrica de Sauces 3 y Orquídeas en la ciudad de Guayaquil por la incorporación de las cocinas a inducción”

AUTOR:

Rainier Rómulo Romero Rojas

TUTOR:

Ing. Rafael Hidalgo Aguilar.

Guayaquil, Ecuador

2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial
Industrial

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Rainier Rómulo Romero Rojas como requerimiento parcial para la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial.

TUTOR

Ing. Rafael Hidalgo Aguilar.

DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Miguel Armando Heras

Guayaquil, septiembre del año 2015



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial
Industrial

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Rainier Rómulo Romero Rojas

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación “Análisis técnico y presupuesto para la repotenciación de los circuitos de energía eléctrica de Sauces 3 y Orquídeas en la ciudad de Guayaquil por la incorporación de las cocinas a inducción” previa a la obtención del Título de Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, septiembre del año 2015

EL AUTOR

Rainier Rómulo Romero Rojas



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL
DESARROLLO**

CARRERA:

Ingeniería en Eléctrico-Mecánica con Mención en Gestión Empresarial
Industrial

AUTORIZACIÓN

Yo, Rainier Rómulo Romero Rojas

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “Análisis técnico y presupuesto para la repotenciación de los circuitos de energía eléctrica de Sauces 3 y Orquídeas en la ciudad de Guayaquil por la incorporación de las cocinas a inducción”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, septiembre del año 2015

EL AUTOR

Rainier Rómulo Romero Rojas

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por su amor incondicional y el apoyo sin límites en mi vida estudiantil.

A mi tía Cristina, que al igual que mi madre nunca tuvo limitaciones en ayudarme para conseguir este fin.

A mis hermanas, que siempre me dieron la fortaleza para no desmayar en cada instante de mi vida universitaria.

A mi tutor, que siempre tuvo la disposición de ayudarme.

También debo agradecer a mi novia que fue mi motivación en todos estos años de carrera universitaria.

A mis compañeros de trabajo de la empresa CNEL. Unidad de negocio Guayaquil departamento PEC los cuales me aportaron con valiosa información para este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

 Mi agradecimiento es en especial hacia mi madre que a ella le debo todo, siempre fue mi ejemplo.

 A mi abuelita Rosario que es a quien quisiera que me vea con mi título.

 A mi tía Cristina, mi tía Mariana, mi tío Jacinto, mis hermanas, sobrinos y a mi novia.

RESUMEN

En este análisis que se realiza la finalidad es de dar una estabilidad a los sistemas eléctricos en las zonas escogidas por el aumento de la demanda de energía eléctrica que tendremos en el país por el cambio de la matriz energética ya que el gobierno de nuestro país ha decidido cambiar nuestras cocinas a gas licuado de petróleo “GLP” por cocinas de inducción electromagnética.

Con este análisis vamos a proporcionar datos exactos de cuál sería el impacto económico para la empresa de distribución eléctrica de los sectores escogidos para poder dar un servicio eficiente, especialmente en las horas donde la demanda de energía eléctrica lleguen al punto más alto, sin afectar en ningún momento al consumidor.

En este proyecto se pudo determinar que los equipos y accesorios a cambiar o instalar tienen que cumplir con los datos que obtuvimos en nuestros cálculos para poder tener una completa fiabilidad en el sistema.

Se identificó que solo necesitamos un transformador adicional por circuito para satisfacer a las necesidades de los usuarios.

Se pudo verificar que no se necesitó cambiar conductores en el sistema de distribución lo cual nos sirvió para optimizar gastos en nuestro análisis económico.

ABSTRACT

In this analysis that realizes the purpose it is of giving a stability to the electrical systems in the zones chosen by the increase of the demand of electric power that we will have in the country as the change of the energetic counterfoil since the government of our country has decided to change our gas stoves liquefied of oil "GLP" into kitchens of electromagnetic induction.

With this analysis we are going to provide exact information which would be the economic impact for the company of electrical distribution of the sectors chosen to be able to give an efficient service, specially in the hours where the demand of electric power they come to the highest point, without affecting never the consumer.

In this project it was possible to determine that the equipments and accessories to changing or installing have to expire with the information that we obtained in our calculations to be able to have a complete reliability in the system.

There was identified that alone we need an additional transformer for circuit to satisfy to the needs of the users.

It was possible to check that there was not necessary to change drivers in the distribution system which served us to optimize expenses in our economic analysis.

CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	1
1.2. Planteamiento del Problema	2
1.3. Objetivos	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2
1.4. Tipo de investigación	3
1.5. Hipótesis	3
1.6. Metodología	3
CAPÍTULO 2	4
ESTUDIO DE LA REPOTENCIACIÓN	4
2.1. Generalidades	4
2.1.1. Introducción	4
2.2. Los Sistemas Eléctricos.	5
2.2.1. La Generación	5
2.2.2. La Transmisión	8
2.2.3. La Distribución	9
CAPÍTULO 3	11
EQUIPOS UTILIZADOS EN LA REPOTENCIACIÓN	11
3.1. El Transformador	11
3.1.1. El Funcionamiento	12
3.1.2. Tipos de Transformadores para Distribución Eléctrica	13
3.1.2.1. Transformador Convencional	13
3.1.2.2. Transformador Autoprotegido	14
3.1.2.3. Transformadores Pad Mounted	16
3.2. Sistemas para el Secundario	17
3.2.1. Antihurto	17
3.2.2. Sistema Preensamblado	17
3.2.3. Sistema Secundario de Aluminio Desnudo	18
3.3. Acometidas	18
3.3.1. Tipos de Acometidas	19
3.3.1.1. Acometidas Aéreas	19
3.3.1.2. Acometidas Subterráneas	20
3.3.1.3. Acometidas Especiales	20
3.4. Conductores	20
3.5. Medidores de Energía Eléctrica	23
3.5.1. Como está Formado el Medidor	23
3.5.2. Partes del Medidor	23

3.5.3.	Características-----	24
3.5.3.1.	Corriente Nominal (In) -----	25
3.5.3.2.	Corriente máxima (Imax)-----	25
3.5.3.3.	Tensión Nominal -----	25
3.5.3.4.	Constante del Disco (Kh)-----	25
3.5.3.5.	Clase de Precisión -----	26
3.5.4.	Medidor Monofásico de 3 Hilos (240V) -----	26
3.6.	Factor de Coincidencia -----	27
3.7.	Método de Ebasco -----	27
3.8.	Puesta a tierra -----	28
CAPÍTULO 4-----	-----	30
LA COCINA A INDUCCIÓN -----	-----	30
4.1.	Generalidades -----	30
4.2.	Historia de las Cocinas a Inducción. -----	31
4.3.	Funcionamiento y Características -----	32
4.4.	Desventajas -----	33
4.5.	Ventajas -----	34
4.6.	La Cocina de Inducción en el Ecuador.-----	35
CAPÍTULO 5-----	-----	36
DESARROLLO DEL PROYECTO -----	-----	36
5.1.	Datos de circuitos -----	38
5.2.	Descripción del proyecto -----	40
5.3.	Cálculos para la Cocina a Inducción. -----	47
5.4.	Equipos y materiales adicionales requeridos -----	53
CAPÍTULO 6-----	-----	56
ANÁLISIS ECONÓMICO -----	-----	56
6.1.	Circuito Orquídeas-----	56
6.2.	Circuito Sauces 3 -----	56
CAPÍTULO 7-----	-----	58
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	-----	58
7.1.	Conclusiones -----	58
7.2.	Recomendaciones -----	58
REFERENCIAS -----	-----	60
ANEXOS -----	-----	62

TABLAS

Tabla 19. Elementos de una Acometida -----	19
Tabla 2. Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados -----	22
Tabla 3. Partes del Medidor -----	24
Tabla 4. Relación de Conductores Puesta a Tierra -----	29
Tabla 5. Circuito Orquídeas -----	38
Tabla 6. Circuito Sauces 3 -----	39
Tabla 7. Consumo Promedio circuito Orquídeas -----	41
Tabla 8. Cálculo Consumo Circuito Orquídeas -----	43
Tabla 9. Consumo Promedio del circuito Sauces 3 -----	45
Tabla 10. Cálculo Consumo Circuito Sauces 3 -----	46
Tabla 11. Datos de Potencia de Placas -----	51
Tabla 12. Cálculo Número de Medidores -----	54
Tabla 13. Presupuesto de la Repotenciación -----	57

FIGURAS

Figura 1. Datos de Hidroelectrica de Paute- CELEC -----	7
Figura 2. Presa Daniel Palacios en Hidropaute -----	7
Figura 3. Líneas de transmisión que pasan por la Isla trinitaria en Guayaquil -----	8
Figura 4. El transformador-----	12
Figura 5. Transformador Convencional -----	14
Figura 6. Transformador Autoprotegido -----	15
Figura 7. Transformador Pad Mounted -----	16
Figura 8. Sistema Preensamblado en Guayaquil -----	17
Figura 9. Sistema Secundario de Aluminio Desnudo-----	18
Figura 10. Partes del Medidor-----	24
Figura 11. Medidor Monofásico de 220 Voltios Usado por CNEL Unidad de Negocio Guayaquil -----	26
Figura 12. Cocina Encimera a Inducción Electromagnética -----	31
Figura 13. Diagrama Unifilar del Circuito Orquídeas -----	36
Figura 14. Diagrama Unifilar del Circuito Sauces 3 -----	37
Figura 15. Calculo por metodo de Ebasco de una Vivienda Residencial -----	42
Figura 16. Diagrama Unifilar del Transformador -----	43
Figura 17. Diagrama unifilar del transformador-----	47
Figura 18. Placa de Modela Praga Marca Indurama -----	48
Figura 19. Placa de Cocina Marca Haceb -----	48
Figura 20. Placa de Cocina modelo el de Indurama-----	49
Figura 21. Placa de Cocina Marca Ecasa -----	49
Figura 22. Placa de Cocina Marca Haier -----	50
Figura 23. Personal de CNEL Unidad de Negocio Guayaquil instalando transformador en poste. -----	52
Figura 24. Contratista de CNEL Unidad de Negocio Guayaquil realizando un cambio de medidor. -----	53
Figura 25. Cable concéntrico 3x 6 de cobre utilizado para acometidas -----	54
Figura 26. Repotenciacion en un sector de Guayaquil-----	55

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. Justificación

El subsidio del gas licuado de petróleo que se utiliza para la cocción de alimentos en Ecuador le cuesta al país más de 500 millones de dólares al año.

Actualmente hay cerca de 3,9 billones de kg en emisiones de CO₂ al año causadas por el uso del GLP como medio para la cocción de alimentos en el país.

Por lo tanto este gobierno ha puesto en marcha el cambio de matriz energética con lo cual la cocción de alimentos ya no será por combustión sino por inducción electromagnética.

Este análisis económico se lo realiza con la necesidad de tener un presupuesto claro para poner en marcha el cambio de matriz energética en el país, ya que así tendremos clara la visión de lo que realmente necesitaremos para que nuestros equipos a inducción electromagnética que ha incorporado el gobierno nacional funcionen correctamente.

Este trabajo está basado de una manera adicional en que los usuarios de los sistemas escogidos para esta repotenciación no tengan inconvenientes en usar sus equipos a inducción teniendo la confianza que podrán cocinar sus alimentos sin interrupciones y que esta repotenciación no afecte a los demás equipos eléctricos que se usen en el momento, ya que muchos de los usuarios usan equipos que demandan gran energía y que al sumar esa energía con la demanda de la cocina harán una carga fuerte que nuestro sistema eléctrico tendrá que soportar y tienen que dar una garantía para los usuarios, además este análisis se enfoca que la repotenciación sea práctica y estable, para que los mantenimientos y correcciones en el sistema sean inmediato.

Debemos tener claro que el país debe tener la predisposición para que este nuevo proyecto funcione, ya que el gobierno del Ecuador pensando en un futuro rentable ha invertido en proyectos hidroeléctricos para que nosotros mismos generemos la energía que vamos a consumir en la cocción de alimentos y con un bajo impacto ambiental.

1.2. Planteamiento del Problema

La problemática de la investigación es que en estos momentos el país aún tiene como medio de cocción de alimentos el gas licuado de petróleo y al haber el cambio a la cocción por inducción necesitamos instalaciones eléctricas que abastezcan a estos equipos, como sabemos nuestros sistemas eléctricos están diseñados para trabajar con 120/240 voltios y aun todos no estamos preparados para este cambio.

El proyecto surge con esta necesidad de elaborar un diseño de un sistema de repotenciación por el cambio del sistema de cocción de alimentos en el país.

Como tenemos ausencia de información que indique cual sería la nueva demanda de potencia y energía por el uso masivo de la cocina eléctrica de inducción vamos a ir haciendo el estudio paso a paso.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar un presupuesto que permita conocer el costo de la repotenciación de los circuitos escogidos precautelando la calidad del servicio de energía eléctrica que demandaran los usuarios del circuito.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer los parámetros de los elementos a cambiar o a agregar a los sistemas.
- Analizar las condiciones exactas en las que encontramos los sistemas eléctricos.
- Elaborar una lista completa de materiales, accesorios y mano de obra a utilizar en la repotenciación.
- Que nuestro estudio satisfaga a los usuarios para futuras ampliaciones de carga por las cocinas de inducción electromagnética.

1.4. Tipo de investigación

Es un proyecto documental, con un análisis teórico y con investigación de campo de la situación ya que presentamos un presupuesto de diseño a través de cálculos científicos que nos ayudan a obtener un claro panorama sobre lo que queremos demostrar.

Para nuestro estudio necesitamos datos directamente obtenidos de pruebas de sitio para luego analizarlos de manera técnica y así obtener los resultados deseados.

1.5. Hipótesis

La investigación tiene como fin el desarrollar un presupuesto completo y efectivo para que la empresa de distribución eléctrica encargada tenga un conocimiento completo en materia de instalaciones y distribución eléctrica para el diseño de la repotenciación eléctrica en los sectores escogidos.

1.6. Metodología

La metodología para este trabajo de titulación comprenderá un plan de estudio; se realizara una recopilación de información tomada en sitio y estadísticas verificadas, con lo que seleccionaremos lo más importante y luego mediante un procedimiento matemático realizaremos cálculos vinculados a métodos usados para los sistemas de repotenciación de sistemas eléctricos.

Este análisis se enfoca en métodos técnicos debido a que lo podemos demostrar con la formulación de datos y esto hará que tengamos optimización de tiempo en nuestro proyecto.

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE LA REPOTENCIACIÓN

2.1. Generalidades

2.1.1. Introducción

El propósito de realizar una repotenciación a los sistemas eléctricos tiene como finalidad reducir problemas ocasionados por la baja potencia instalada en dicho sistema y dar una garantía a los usuarios de poder usar con tranquilidad el sistema eléctrico que nos brinda la empresa de distribución.

Nuestro trabajo lo enfocamos en la parte teórica para así demostrar porque y para que se instalan nuevos elementos al sistema, normalmente lo más sobresaliente en nuestro proyecto es el cambiar o agregarle un transformador eléctrico al sistema, y para realizar esta modificación debemos conocer las cargas eléctricas que se abastecen de este transformador.

Las cargas que se proveen de dicho transformador son en su mayoría artefactos que tenemos en nuestro hogar y los cuales consumen cierta potencia dependiendo de sus especificaciones, esta potencia que se consume por dichas cargas es contabilizada por un medidor que instala la empresa eléctrica y que registra cada kw que se consume por cada hora de haber estado encendido cada artefacto.

Nuestro trabajo consiste en hacer los cálculos que registra cada medidor del sistema para saber cuánto consume cada uno de ellos y totalizar la carga consumida.

Sabiendo el total de la carga podemos saber si el transformador instalado en el sistema es el correcto y de esa manera poder sumar la potencia que consume una cocina de inducción por cada medidor y totalizar el consumo para así encontrar la potencia que se requerirá en el circuito del sistema eléctrico.

Obteniendo esos datos sabremos si nos conviene instalar un nuevo transformador o si solo hay que instalar otro transformador a nuestro sistema para

compensar la carga que generara que cada predio del sector utilice una cocina a inducción.

Aparte del transformador de distribución hay otros elementos que se requerirá cambiar o agregar para que haya una fiabilidad en nuestro nuevo sistema eléctrico.

2.2. Los Sistemas Eléctricos.

Para nosotros tener en nuestros hogares energía eléctrica se realizan un conjunto de etapas, empezando primero por la generación luego la transmisión y finalmente la distribución.

2.2.1. La Generación

Esta etapa consiste en la transformación de alguna clase de energía como, cinética, térmica, nuclear, solar entre otras, en energía eléctrica.

Como paso para generar energía eléctrica se necesita las llamadas centrales eléctricas y son en ellas donde se ejecuta el proceso de las transformaciones que hemos ya citado.

Estas llamadas centrales eléctricas son el primer paso para crear el llamado sistema eléctrico.

La generación de la electricidad se la hace mediante un generador, como son algunos tipos de ellos pues su principio de funcionamiento es el mismo pero tienen una variación dependiendo la forma en que se accionan.

Estas centrales de generación eléctrica dependiendo del terreno o situación geográfica son construidas para así sacarle mayor provecho a su uso ya que necesitaremos tener una mayor optimización de los recursos.

Todas las maquinas que se encuentran generando energía eléctrica tienen que estar sincronizadas, en nuestro país la frecuencia nominal debe ser de 60 HZ manejando un error muy bajo para que puedan trabajar de una manera óptima.

Los voltajes con los que se realiza la generación eléctrica están comprendidos entre 2.4 a 26 kV dependiendo del tipo de central eléctrica ya que voltajes superiores no son adecuados por los muchos problemas que tenemos en su aislamiento y el peligro de los llamados cortocircuitos y sus consecuencias que nos causarían daños.

Las características que poseen las centrales de generación eléctrica se relacionan con la su subestación y la línea de transmisión en función de la potencia que vamos a tener, la distancia a la que vamos a transmitir la electricidad y el área a la cual vamos a alimentar.

En nuestro país la mayoría de la energía que consumimos es energía hidroeléctrica ya que por nuestra situación hidrográfica resulta conveniente aprovechar dicho recurso.

La central hidroeléctrica es la que se usa para la generación de la energía eléctrica por medio del aprovechamiento de la energía potencial que tiene el agua embalsada en una represa que está a una altura mayor que la central.

El proceso que tiene es muy simple, el agua se la lleva por medio de tuberías de descarga hacia la sala de máquinas de la central y donde las famosas turbinas y enormes turbinas hacen que por su movimiento produzcan la electricidad y están se acumulen en los alternadores.

En nuestro país una de las centrales de energía hidroeléctrica es la central de HidroPaute y fue un proyecto elaborado en 1961 por la gestión del ingeniero Daniel Palacios Izquierdo, quien en ese entonces era trabajador de la Compañía Inglesa Sello, la cual tenía a cargo unos controles en la zona del oriente ecuatoriano, el ingeniero Palacios durante sus recorridos pudo observar el accidente geográfico que por sus características era un recurso que se podía aprovechar para la generación hidroeléctrica.

	Mazar	Molino	Sopladora	Cardenillo
Estado	En operación	En operación	Fase final de Contratación	Desarrollo de Estudios
Potencia	160 MW	1100 MW	487 MW	400 MW
Altura Neta	159 m	660 m	363 m	298 m
Caudal de diseño	141.1 m ³ /s	200 m ³ /s	150 m ³ /s	150 m ³ /s
Producción anual estimada	800 GWh	4 900 GWh	2 700 GWh	2200 GWh
Presa	CFRD	Arco - gravedad	no	no
Turbina	Francis	Pelton	Francis	Francis

Figura 1. Datos de Hidroelectrica de Paute- CELEC

Fuente www.wikipedia.org

Al comienzo cuando el Ingeniero Palacios dio la idea no fue tomada del mayor agrado pero la compañía no le dio mayor importancia por los fuertes gastos de inversión, con el paso del tiempo y la insistencia del ingeniero se pudo dar trámite a su pedido y se contrató personal japonés para que den una revisión técnica para ver si era factible el proyecto, luego de esta aprobación empezó la construcción en 1976 y se culminó en 1983 la primera etapa del proyecto, luego se retomó la construcción de otra etapa del proyecto en 1985, y así este proyecto ha ido teniendo grandes ampliaciones.



Figura 2. Presa Daniel Palacios en Hidropaute

Fuente www.CELEC.gob.ec

2.2.2. La Transmisión

El transporte de energía eléctrica es el segundo paso para elaborar un sistema eléctrico, para ello necesitamos una red que transporte la electricidad hasta los puntos de consumo y esto se lo hace a través de grandes distancias y por ellas necesitamos que fluya por estas distancias la energía que se la genera en las plantas de generación.



Figura 3. Líneas de transmisión que pasan por la Isla trinitaria en Guayaquil
Fuente www.eluniverso.com

En este proceso el voltaje que se genera en las centrales generadoras el cual es relativamente bajo necesitaremos transformarlo para así tener un voltaje elevado.

Esto de elevar el voltaje se lo hace porque tenemos que considerar que para determinados niveles de potencia, la corriente va a disminuir y esto lo aprovecharemos ya que así bajaran las pérdidas que tendremos en sistema, estas pérdidas se dan por electo joule.

Para esto tenemos las llamadas subestaciones elevadoras en las que se realiza esta transformación del voltaje, esta se la hace mediante transformadores o autotransformadores y así en una red de transmisión usualmente se utiliza voltajes de cercanos a 230 kV o superiores a los cuales llamamos alta tensión y que están entre 400 o de 500 kV.

Gran parte del sistema de transporte está constituido por las líneas de transporte.

Estas líneas se las nombran así porque son el medio de transporte de la energía eléctrica y atraviesan grandes longitudes.

Las líneas de transmisión o de transporte están formadas por el conductor que dependiendo del voltaje y la corriente tendrán un mayor o menor calibre, pueden ser de diferentes materiales pero lo más común es que estas estén hechas de cobre, aluminio o acero y estas además tienen una serie de soportes y protecciones que van de acuerdo a su carga.

Las líneas de transporte siempre van a estar expuestas a fenómenos naturales causados por el viento, temperaturas, etc. Por lo que es necesario que estén fabricadas con los mejores materiales para que soporten cualquier anomalía.

En Ecuador la empresa estatal CELEC EP es la encargada de la transmisión de energía eléctrica en el país donde la mayoría de las líneas de transmisión son a 230KV aunque ya está en proyecto la elaboración del sistema de Extra Alta Tensión a 500 KV que rodeara al país y estará listo para finales del 2016 según su página web oficial.

2.2.3. La Distribución

Es el escalón final de un sistema eléctrico y tiene como función el suministrar la energía eléctrica que va desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales como fin puntual el medidor de usuario.

Los elementos que forman un sistema de distribución:

- **Subestación de Distribución:** Es un grupo de elementos como seccionadores, transformadores, interruptores, switches, etc. Que tienen como finalidad bajar el nivel de voltaje que nos llega en las líneas de transmisión o subtransmisión hasta niveles de media y baja tensión para su respectiva distribución, en Ecuador las subestaciones de distribución usualmente reducen el voltaje de 69KV hasta 13.8KV.

- **Circuito Primario:** Es la parte de un sistema de distribución eléctrica que parte desde la subestación eléctrica de distribución ósea desde una subestación reductora de voltaje y reparte la energía eléctrica, normalmente mediante circuitos que rodean los grandes centros de consumo y que finalizan en los transformadores de distribución ubicados usualmente en postes o estructuras, En Ecuador el circuito primario esta dado en voltajes de 13.8 KV.
- **Circuito Secundario:** Es una red que está hecha para transportar la energía eléctrica suministrada directamente hacia los usuarios y va desde la salida de baja tensión de los transformadores hasta las acometidas de los usuarios. En este circuito también se ubican todos los elementos que constituyen el alumbrado público.

El voltaje normalmente usado en baja tensión es de 120/240 voltios.

CAPÍTULO 3

EQUIPOS UTILIZADOS EN LA REPOTENCIACIÓN

Para repotenciar un sistema eléctrico necesitamos cambiar o instalar algunos equipos, accesorios y demás tipo de materiales ya que así podremos tener una mayor capacidad en nuestro sistema para el paso de corriente, en este capítulo trataremos de manera puntual cada uno de estos, el principal elemento de una repotenciación es el transformador eléctrico.

3.1. El Transformador

Llamamos transformador a una maquina estacionaria que nos permite aumentar o disminuir la tensión eléctrica en un circuito de corriente alterna y que siempre mantiene su potencia.

La potencia de entrada que tiene nuestro transformador es igual a la que obtenemos de salida más las pérdidas que se generan.

Los transformadores eléctricos presentan porcentajes pequeños de perdidas dependiendo de su tamaño y diseño y de otros factores.

El transformador es una máquina que transforma energía eléctrica de energía alterna de un voltaje a energía alterna de otro voltaje basándose en la inducción electromagnética. El transformador eléctrico está conformado por dos bobinas de material que conductor devanados sobre un núcleo de material ferromagnético y estas bobinas están aisladas entre si eléctricamente.

Existe una conexión entre estas bobinas llamada flujo magnético y que se forma en el núcleo.

El núcleo de un transformador esta hecho de hierro o de láminas de acero que es un material ideal para optimizar el aprovechamiento del flujo magnético. Las bobinas también se las llama primario y secundario dependiendo de la salida o la entrada del sistema que usemos.

También podemos encontrar transformadores que usen más devanados o bobinas y a este lo llamaremos terciario y este siempre tendrá menor tensión que el devanado secundario.

Para elegir correctamente un banco de transformadores debemos analizar muchos factores ya que el conocimiento de estas máquinas es lo que nos dará una mayor fiabilidad a cualquier proyecto eléctrico.

Las empresas de distribución eléctrica no pueden dejar de darle continuidad del servicio a sus usuarios por lo que deben dar mantenimientos adecuados y periódicos a estas máquinas que son el pilar fundamental de cualquier sistema eléctrico para que el servicio sea constante.



Figura 4. El transformador
Fuente www.magnetron.com

3.1.1. El Funcionamiento

El transformador eléctrico funciona con el principio fundamental de la inducción electromagnética ya que si aplicamos una fuerza electromotriz alterna en el denominado devanado primario, debido a la variación de la intensidad y sentido de la corriente

alterna, da como resultado la inducción de un flujo magnético que varía en el núcleo que es de material ferroso.

Este flujo magnético va a originar por inducción electromagnética, que aparezca una fuerza electromotriz en el secundario. El voltaje que tendremos en el devanado secundario va tener una dependencia del número de vueltas que tenga el primario y su voltaje.

3.1.2. Tipos de Transformadores para Distribución Eléctrica

En el Ecuador y más específicamente en la Eléctrica de Guayaquil para la distribución eléctrica se usan tres tipos de transformadores eléctricos: el transformador convencional, el transformador autoprotegido y el transformador Pad Mountend o denominado transformador de tipo pedestal.

3.1.2.1. Transformador Convencional

Los transformadores convencionales tienen como característica que están conformados por un núcleo y bobinas montados de manera muy segura en una estructura tipo tanque que lleva aceite, este tanque lleva las terminales del lado de afuera que pasan por los bushing apropiados.

Los bushing de media tensión pueden ser dos en este tipo de transformadores, también constan de un terminal para la conexión a tierra que se conecta internamente al devanado de tierra del equipo.

El transformador convencional solo está formado por una estructura básica y no contiene ninguna protección.

Para tener la protección necesaria necesitaremos usar pararrayos y breakers para interrumpir el sistema por cualquier eventualidad además podemos usar fusibles montados separadamente en las estructuras que los sostienen muy cerca del transformador.

Esta interrupción primaria del fusible nos da una garantía en la seguridad ya que nos da una visión clara para saber si los fusibles están quemados en el primario y se puede así sacar de la línea en caliente al transformador en alto voltaje y se lo puede hacer manualmente o de forma automática si es alguna avería en las bobinas del transformador.



Figura 5. Transformador Convencional
Fuente www.magnetron.com

3.1.2.2. Transformador Autoprotegido

Este tipo de transformadores tiene un breaker que corta el circuito en el devanado secundario como protección para sobrecargas en sistema y para salvar al equipo en cortocircuitos.

Está controlado térmicamente, tiene un eslabón de protección de la estructura interna que se conecta en serie con el devanado secundario o de alta dependiendo el punto de vista y así sirve para mandar a desconectar automáticamente el transformador de la línea de alta en caso de fallas internas en alguna de las bobinas internas del transformador.

Además consta de un pararrayos en la parte exterior del transformador para protegerlo de sobrevoltajes que pueden existir en el sistema.

En este tipo de transformadores tenemos una gran ventaja y es que en todas sus versiones con excepción en los de 5 KVA tienen consigo una luz piloto que cuando el transformador opera a más de su temperatura de funcionamiento se enciende antes de que se dispare el transformador la cual debe atenderse para evitar cortes del sistema eléctrico en el que está instalado el transformador.

Es normal que no necesitemos desconectar el transformador si se atiende esta señal de la luz piloto pero si el daño se mantiene durante un tiempo prolongado y el aceite que tiene el transformador por dentro alcanza una temperatura elevada y no apta para el equipo se podría disparar brevemente o podría ser imposible volver a restablecerlo para que permanezca cerrado y no tendremos tiempo a instalar otro transformador de mayor capacidad sin tener que dejar al circuito sin energía.



Figura 6. Transformador Autoprotegido
Fuente www.magnetron.com

Existen también los transformadores autoprotegidos trifásicos los cuales son muy parecidos a los monofásicos con la única diferencia que este tienen tres polos y el cortacircuito está en la capacidad de operar de manera que se abra los tres polos si existiese alguna falla en cualquiera de las tres fases.

3.1.2.3. Transformadores Pad Mounted

Los transformadores tipo Pad Mounted o tipo pedestal, son utilizados como parte de sistemas de distribución subterráneos y son ideales para proyectos residenciales, sitios turísticos, hoteles, edificios etc., ya que son equipos que tienen todos sus compartimientos completamente sellados y nos dan extrema seguridad a nuestro sistema eléctrico tanto para baja como para alta tensión lo que nos da mucha confianza en que no ocurran accidentes con las personas que desconocen la capacidad de estos equipos.

El transformador tipo pedestal es una máquina que está dentro de un armario metálico herméticamente cerrado y por lo general su ubicación es a la intemperie y cuyos terminales de media y baja tensión que están dentro de las puertas de la estructura que posee cerraduras.



Figura 7. Transformador Pad Mounted
Fuente www.magnetron.com

3.2. Sistemas para el Secundario

En la ciudad de Guayaquil se utilizan tres tipos de sistemas para el secundario, el antihurto, el preensamblado y el de aluminio desnudo.

3.2.1. Antihurto

Para el sistema antihurto utilizamos un cajetín ubicado en el poste alimentado desde el transformador con un conductor hacia unas barras dentro del cajetín y desde estas barras conectamos el cable concéntrico 3x4 de aluminio con que alimentamos cada medidor de los usuarios.

3.2.2. Sistema Preensamblado

Consiste en dos conductores de aluminio aislado 1/0, trenzado sobre un conductor neutro, este se alimenta desde el transformador y recorre todo el sector que vamos a alimentar y desde el lugar más cercano al predio lo conectamos con un conector hacia un cable concéntrico 3x6 de cobre con el cual alimentamos cada medidor de los diferentes usuarios.



Figura 8. Sistema Preensamblado en Guayaquil

Fuente: Fotografía de Rainier Romero

3.2.3. Sistema Secundario de Aluminio Desnudo

Consiste en conectar directamente al transformador cada línea y el neutro y llevarla por todo el sector a alimentar, esto se hace con conductor 2/0 desnudo. Y desde este conectar el cable concéntrico de la acometida hasta el medidor de cada usuario.



Figura 9. Sistema Secundario de Aluminio Desnudo
Fuente: Fotografía de Rainier Romero

3.3. Acometidas

Una acometida es una de las partes más importantes de un circuito eléctrico ya que se constituye en el enlace entre la empresa distribuidora y el usuario final y su conexión va dependiendo del sistema de distribución utilizado y se compone de los elementos que adjuntamos en la tabla:

Tabla 1

Elementos de una Acometida

ELEMENTOS DE UNA ACOMETIDA
Punto de alimentación
Cables conductores
Ductos
Gabinete de acometidas
Breaker general
Panel de medidores

Fuente Autor Rainier Romero

Hay muchas reglas para la instalación de las acometidas, los cables conductores de la acometida deben tener continuidad, desde la interconexión con el sistema público hasta los terminales del medidor de los clientes.

No es posible derivar el circuito por aún cualquier clase de empalmes en ningún punto de nuestro sistema eléctrico.

En el panel de medidores deberemos dejar cable conductor suficiente para que la conexión sea fácil con el medidor.

3.3.1. Tipos de Acometidas

Existen tres tipos de acometidas en los sistemas de distribución eléctrica para la baja tensión.

3.3.1.1. Acometidas Aéreas

Se ha establecido mediante tablas que en baja tensión las acometidas solo podrán ser aéreas si las cargas que van a estar en ese circuito serán menores o iguales a 35 kilovatios.

3.3.1.2. Acometidas Subterráneas

En las redes subterráneas de baja tensión, la acometida que tendremos siempre será vía subterránea para demandas con cargas superiores a 35 e inferiores a 225 kilovatios y si tenemos para las cargas mayores a 35 kW y menores a 225 kW desde redes aéreas, la acometida siempre será subterránea.

3.3.1.3. Acometidas Especiales

Se llama acometidas especiales a las acometidas que tenemos para lugares o servicios que son para un tiempo determinado o alguna obra civil o acontecimiento especial.

Estas deberán de tener como mínimo los siguientes elementos:

- Cables conductores
- Gabinetes para equipos de medición.
- Tuberías de plástico o metal y sus respectivas cajas para protecciones automáticas.
- Línea a tierra con su respectiva varilla.

3.4. Conductores

Para baja tensión necesitamos conductores adecuados para la acometida de cada predio que van a alimentar a los medidores de 240v que nos van a servir para utilizar las cocina de inducción.

El conductor que utiliza la empresa eléctrica para el cambio de sistema de 120 voltios a 240 voltios depende del tipo de sistema de secundario que tengamos instalado en el sector, teniendo los conductores más usados los siguientes:

- cable concéntrico 3x4 de aluminio
- cable concéntrico 3x6 de cobre

Tabla 2

Intensidad máxima permanente admisible de conductores aislados

Sección	Temperatura nominal del conductor (véase Cuadro 310-13)						Sección
	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	60 °C (140 F)	75 °C (167 F)	90 °C (194 F)	
	Tipos TW* UF*	Tipos FEPW*RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS,SA, SIS, FEP* FEPB*, NI RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2* USE-2, XHH, XHHW* XHHW-2, ZW-2	Tipos TW* UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS,SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2* RHH*, RHW-2 USE-2,XHH, XHHW* XHHW-2, ZW-2	
Cobre			Aluminio o Aluminio recubierto de cobre				
18	...	...	14	...	...	...	...
16	...	...	18	...	...	...	...
14	20*	20*	25	...	...	...	...
12	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
10	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000
FACTORES DE CORRECCION							
Temperatura Ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30 °C (86 °F), multiplicar las anteriores intensidades por el correspondiente factor de los siguientes						Temperatura Ambiente en °F
21-25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70-77
26-30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78-86
31-35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87-95
36-40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96-104
41-45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105-113
46-50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114-122
51-55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123-131
56-60	...	0.58	0.71	...	0.58	0.71	132-140
61-70	...	0.33	0.58	...	0.35	0.58	141-158
71-80	...	...	0.41	...	...	0.41	159-176

Fuente NATSIM 2012

3.5. Medidores de Energía Eléctrica

El medidor de energía eléctrica también llamado o conocido como contador es un equipo eléctrico que se lo usa para medir la energía que suministra la empresa eléctrica al usuario del sistema y le posibilita a la empresa distribuidora realizar una facturación adecuada de la potencia y la energía que consumen los usuarios.

3.5.1. Como está Formado el Medidor

Un medidor de energía eléctrica también es un transformación de medición y está formado por bobinas y núcleo y su principio de funcionamiento es el de la inducción electromagnética, una de las bobinas está conectada de manera que estará en serie con el conductor donde circula la intensidad de corriente y a esta la llamamos bobina de intensidad y la otra es la bobina que está en derivación sobre los dos conductores a esta la llamamos bobina de tensión.

Existen flujos magnéticos que se producen por las dos bobinas ya que están desfasadas en 90 grados actúan sobre un disco de aluminio que por la inducción rota y hace giros proporcionales a la potencia además este disco puede ser frenado por un sistema de imanes para que nos dé una potencia exacta con un muy bajo margen de error.

Este medidor también consta de un registrador que mediante la coordinación transmitida nos indica los kilovatios-hora que son consumidos.

3.5.2. Partes del Medidor

El medidor está constituido por algunas partes que hacen que funcione:

Tabla 3

Partes del Medidor

PARTES DEL MEDIDOR
1. La Bobina de Tensión
2. La Bobina de Intensidad
3. Imán de frenado
4. Regulación fina
5. Regulación gruesa
6. Disco rotatorio
7. Sistema de Transmisión
8. Los terminales de conexión

Fuente: www.uta.edu.ec

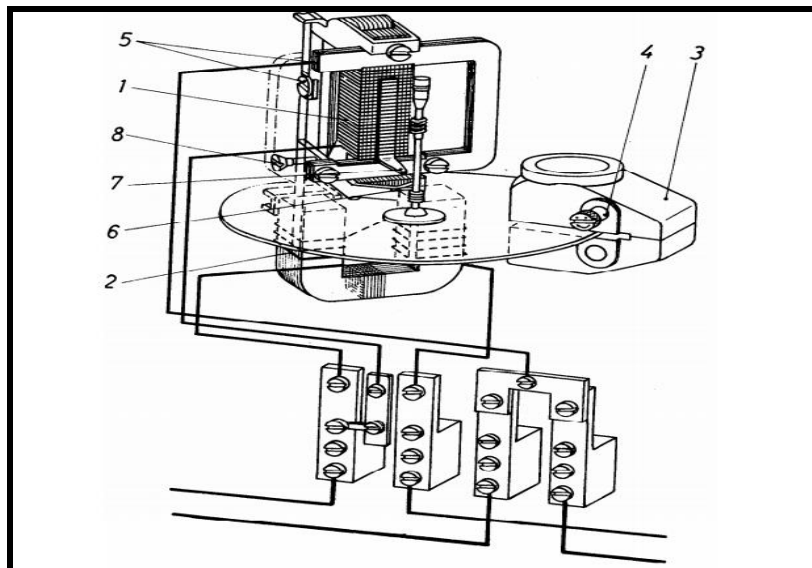


Figura 10. Partes del Medidor

Fuente: www.uta.edu.ec

3.5.3. Características

En la placa de cada medidor observaremos los siguientes datos que nos proporcionaran la información adecuada para su uso.

3.5.3.1. Corriente Nominal (I_n)

Es la corriente nominal es un dato muy importante ya que nos dice la corriente para la que está diseñado el equipo y con este dato podemos realizar pruebas o cualquier tipo de ensayos o verificaciones.

3.5.3.2. Corriente máxima (I_{max})

Este dato nos da la corriente límite ósea la mayor corriente que podrá circular por el medidor sin que su porcentaje de error y temperatura pueda soportar.

Este valor de la intensidad máxima siempre estará entre paréntesis en la parte posterior del dato de corriente nominal en la placa.

3.5.3.3. Tensión Nominal

Es el voltaje para el que el medidor está diseñado y nos sirve para realizar cualquier tipo de pruebas o ensayos, hay que resaltar que los modernos medidores electrónicos se diseñan con un rango de voltaje de tal manera que no afecten a su precisión.

3.5.3.4. Constante del Disco (K_h)

Este dato se lo expresa en Wh /revolución, y corresponde al número de vatios hora que se dan en una revolución o vuelta completa del disco.

3.5.3.5. Clase de Precisión

Este dato es muy importante ya que nos da el valor máximo del error que puede haber en las mediciones que por lo regular están en el rango del 10 por ciento dependiendo del fabricante.

3.5.4. Medidor Monofásico de 3 Hilos (240V)

Este es el medidor que usa la empresa eléctrica para el uso de las cocinas de inducción ya que es a 240 voltios y tienen tres hilos.

Está formado o constituido por las dos bobinas de corriente y una de potencial para 2240 o 240 voltios y se lo utiliza para medir el consumo en sistemas monofásicos de tres hilos.



Figura 11. Medidor Monofásico de 220 Voltios Usado por CNEL Unidad de Negocio Guayaquil

Fuente: Fotografía Rainier Romero

3.6. Factor de Coincidencia

Para saber lo que es el factor de coincidencia podemos poner como ejemplo las cargas en una vivienda, si sumamos todas las cargas que tienen un predio como luminarias, lavadoras, televisores, microondas, cocina a inducción, refrigeradora etc., pero sin embargo uno no calcula la potencia para toda esa carga junta porque se supone que no vamos a utilizar al mismo tiempo todos los artefactos en nuestra casa por tanto ese coeficiente nos indica en qué proporción de tiempo vamos a usar cada equipo.

Mientras más cercano a 1 sea este coeficiente será porque al mismo tiempo estaremos usando más equipos instalados en el predio.

Se aplica un coeficiente de simultaneidad siempre que a una instalación pueden conectarse aleatoriamente varios receptores.

El valor del coeficiente usualmente es un valor fijo que esta tabulado según las empresas de distribución, pero cuando queremos puntualmente analizar un circuito lo podemos obtener mediante la fórmula.

$$F_c = 0,38 + 0,62 / N,$$

Donde N es el número de usuarios del circuito

3.7. Método de Ebasco

Este método es utilizado por las empresas de distribución eléctrica para calcular la demanda máxima de un circuito eléctrico en sus horas pico con solo tener los datos de los Kwh consumidos en el mes por los usuarios y con el número de abonados del circuito.

$$KW_{pico} = \frac{KWH}{49.7 * (KWH^{0.154})}$$

Teniendo los Kw pico de los usuarios lo multiplicamos por el factor de coincidencia y por el número de abonados, este factor de coincidencia lo obtenemos con la siguiente formula:

$$C_n = 0.38 + \frac{0.62}{N} \text{ donde } N = \text{número de abonados.}$$

Para finalizar nuestro cálculo necesitamos tener la demanda en Kva por lo que tendremos que dividir los Kw pico para el factor de potencia.

Las empresas de distribución tratan de que el factor de potencia sea igual a 1 para evitar pérdidas pero para los cálculos se asume el valor de 0.9.

Como resultado tendremos la demanda en Kva del circuito.

3.8. Puesta a tierra

La puesta a tierra es un factor muy importante para nuestros circuitos eléctricos, por tanto deberán estar conectados a tierra todos los neutros que tienen los transformadores además de conectarse el circuito a la tierra.

Las normas internacionales como la IEEE recomiendan que se conecten a tierra también los pararrayos y demás estructuras metálicas que son parte del sistema además de los medidores de circuito.

Se debe tener cuidado de no conectar a tierra tuberías o ductos de los sistemas de gas o cualquier tipo de sustancia inflamable que pasen cerca de nuestro circuito eléctrico ya que podrían ocasionar accidentes.

Para nuestra puesta a tierra se utiliza electrodos también llamados varilla, que son de cobre o cooperweld y dependiendo del circuito se usaran en distintas dimensiones, la que debemos usar para la conexión de nuestra puesta a tierra de nuestros medidores serán de 5/8" de diámetro y longitud de 6 pies.

Se deben utilizar conductores de cobre y estará proporcionalmente relacionado con el conductor de la acometida. Según datos de CNEL Unidad de negocio Guayaquil su relación es la siguiente:

Tabla 4

Relación de Conductores Puesta a Tierra

CONDUCTOR PUESTA A TIERRA	CONDUCTOR ACOMETIDA
# 8 AWG	2 AWG
# 6 AWG	1 AWG hasta 1/0 AWG
# 4 AWG	2/0 AWG hasta 3/0 AWG
# 2 AWG	4/0 AWG hasta 350 MCM.
# 1/0 AWG	400 MCM hasta 600 MCM
#2/0 AWG	650 MCM hasta 1,100 MCM

Fuente NATSIM 2012

Hay que mencionar que para viviendas de un nivel socioeconómico bajo el conductor de puesta a tierra será de cobre número 8 AWG.

Nuestra puesta a tierra se la podrá instalar en las paredes, estructuras, postes o demás superficies compactas donde haya una estabilidad y se la protegerá con tubería metálica.

Se la podrá conectar usando grilletes o soldadura exotérmica dependiendo de dónde se la instalara y tendrá una resistencia de 20 ohmios si la demanda es menor de 250 Kva y de 10 ohmios para valores superiores hasta 1000 Kw.

CAPÍTULO 4

LA COCINA A INDUCCIÓN

4.1. Generalidades

Las cocinas de inducción son cocinas de material vitrocerámico que calienta de manera puntual al elemento a cocer mediante un campo magnético que se crea sin utilizar el método convencional de calentar mediante el uso de resistencias.

Estas cocinas magnetizan el material del que están hechas las cocinas de ambos sentidos y este método de cocción tienen menos pérdida de energía que el otro método antes mencionado, la energía absorbida se desprende en forma calórica y así calienta el recipiente que vamos a calentar.

Para usar este tipo de cocinas debemos de tener recipientes del mismo material ferromagnético al menos en la parte de contacto con la parte superior de la cocina para que haya el contacto suficiente para la eficiente cocción de los alimentos, así entonces en estas cocinas no podemos utilizar otro tipo de recipientes como aluminio, terracota, cerámica, o cobre para cocer los alimentos.

En la actualidad el costo económico de estas cocinas a inducción electromagnética es mucho menor a las cocinas eléctricas tradicionales ya que ellas usan tecnología más antigua que es la de resistencias eléctricas.

Pero la eficiencia de esta nueva tecnología supera este problema ya que podemos cocinar los alimentos en menor tiempo y por eso significan una ventaja a la hora de decidirse por esta nueva alternativa.



Figura 12. Cocina Encimera a Inducción Electromagnética

Fuente: www.wikipedia.org

4.2. Historia de las Cocinas a Inducción.

Estos conceptos de cocinas a inducción son desde principios de 1920, alrededor de 1950 la multinacional General Motors hizo demostraciones en todo Estados Unidos de ellas pero como su eficiencia no dio los resultados que querían obtener nunca fueron fabricadas industrialmente.

En 1970 de igual manera en Estados Unidos se hicieron nuevos estudio sobre esta nueva forma de cocinar los alimentos en el centro de investigación de Westinghouse Electric corporation en Churchill Borough y dieron los resultados esperados por lo que en 1971 se comercializaron las primeras cocina a inducción llamadas las cool top 2 de inducción, y fueron fabricada bajo la orden del ingeniero Bill Moreland.

El precio de estas primeras cocinas a inducción fue de 1500 dólares y su producción fue desde 1973 a 1975 hasta que el grupo que manejaba esta empresa vendió sus acciones a White Consolidated Industries Inc., este modelo el CT Llevaba 4 hornillas de 1600 vatios cada una y su superficie estaba hecha de material prioceramico y se alimentaba a 240 voltios que internamente mediante un rectificador se volvían 20 voltios en corriente directa y con una frecuencia de 27 Khz y con una corriente de 30 amperios cuando se encontraba funcionando a plena carga.

Luego fueron apareciendo otros modelos con mejoras y reduciendo el sobrecalentamiento que tenían estos equipos.

Estas cocinas a inducción por mas adecuaciones y correcciones no entraron de manera masiva a los Estados Unidos pero donde sí tuvieron una gran acogida fue en el continente Europeo por los mejoramientos realizados en la empresa Balay S.A. y a la Universidad Técnica Superior de ingenieros industriales de Zaragoza donde el ingeniero Armando Roy logro darle una innovación estas cocinas.

Fue en el año 99 donde ya comenzaron a utilizarse mundialmente estas cocinas ya que se les integro los circuitos electrónicos en la zona de cocción dando así un mejor beneficio en su uso.

4.3. Funcionamiento y Características

Estas cocinas tienen una gran ventaja frente a cualquier otro tipo de equipos para cocción de alimentos.

Su funcionamiento consiste en el campo electromagnético de alta frecuencia que tiene, este campo se apodera y traspasa el metal férreo de la base del recipiente a calentar y produce el calentamiento, el calor que se genera en el material férreo de la olla se transfiere al contenido de la misma para así cocer los alimentos.

Las cocinas a inducción modernas tienen las siguientes características:

- La función para regular la potencia nos da la facilidad de obtener mayor calor de una manera rápida en una hornilla específica y así cocinar más rápido en ese punto, es ideal para freír o hervir líquidos.
- Tenemos la función puente esta nos da la facilidad de transformar dos hornillas en una y así tenemos una amplia zona de cocción, es muy necesitada para recipientes más grandes.
- Tenemos un temporizar individual para cada hornilla y así podemos controlar individualmente el tiempo de cocción

- Estas cocinas a diferencia de otros equipos tiene un bloqueo para los niños, tiene un botón el cual presionando por cuatro segundos bloquea de manera inmediata las hornillas.
- Las cocinas a inducción nos permiten detectar cuando hay derrames de los alimentos y manda a desconectar de manera automática la cocina para evitar accidentes.
- Una de las características más importantes es la facilidad de limpiar cualquier tipo de derrame ya que solo con un paño húmedo podemos dejarla brillante ya que no se quemada estos trapos al estar en contacto con la superficie.
- La función pausa que tiene incorporada estas cocinas nos permite de manera rápida apagar y encender nuestra cocina y así aprovechamos el calentamiento cuando está apagada nuestra cocina para cocinar los alimentos y tendremos menor consumo.
- La potencia de estas cocinas a inducción va desde los 4000 W en las versiones que se ofrecen en Ecuador como lo demuestran los datos de la placa de la cocina marca Haceb.

4.4. Desventajas

Estas cocinas tienen cierto tipo de desventajas y debemos leer todas las instrucciones, una de las principales instrucciones es que debemos utilizar recipientes que sean de material ferromagnético para que así se cierre el circuito para que conduzca la energía, en palabras comunes debe pegarse el recipiente a la superficie de la cocina.

Un estudio que se realizó en suiza con el aval de Exposure of the Human Body to Professional tuvo conclusiones muy importantes como las siguientes:

- Aunque la mayoría de fabricantes de cocinas a inducción cumplen con las especificaciones técnicas por la distancia del campo magnético se comprobó que ciertas marcas superan en 30 cm desde el borde de la cocina.
- Se demostró que ciertos fabricantes de las cocinas registran una mayor corriente que las de los datos de placa establecidos.

- Según el departamento Pública de salud de Suiza no se conoce si estos campos magnéticos que se originan en las cocinas causen algún tipo de alteración o riesgo a la salud de las personas que se exponen a este campo. Estos campos magnéticos podrían ser mucho menores si utilizamos la cocina a inducción de la manera recomendada por los fabricantes.

4.5. Ventajas

La cocina de inducción tiene numerosas ventajas:

- Un estudio desarrollado por el departamento de energía de los Estados Unidos nos dice que la eficiencia de los equipos actuales de las cocinas a inducción es del 84 por ciento en relación a las cocinas eléctricas tradicionales esto significa que tenemos un ahorro del doce por ciento en lo que respecta a la energía que vamos a consumir.
- La alta eficiencia que tienen estos equipos en lo que concierne a la transferencia de calor hace que el tiempo de cocción de los alimentos con esta tecnología sean más rápidos que en los equipos eléctricos convencionales y por lo tanto tenemos un ahorro significativo en las planillas de consumo eléctrico.
- Estos equipos hacen que el recipiente que utilizamos se caliente directamente evita que se queme cualquier otra cosa que tengamos cerca reduciendo así cualquier tipo de peligro por la utilización de estos equipos eliminando el riesgo de explosiones.
- Además estos equipos al detectar corrientes mayores para las que están diseñadas estas se apaguen inmediatamente.
- Esta tecnología también permite que la cocina se apague automáticamente si se detecta que la olla ha sido retirada de la superficie de la cocina.
- Al tener todas estas seguridades también hacen que no existan suciedades por el derrame de cualquier alimento y esto da facilidad de su limpieza ya que no quedan adheridos restos de comidas ni alimentos pegados a la superficie del

equipo y resultan más fáciles de limpiar, porque no quedan restos adheridos y quemados.

- Estos equipos al ser de menor suciedad también hace que tengan un tiempo de vida útil mayor que el de las cocinas con otro tipo de tecnología.

4.6. La Cocina de Inducción en el Ecuador.

El Gobierno Nacional del Ecuador en el programa de cocinas de inducción prevé desde este 2015 hasta el 2018 sustituir el uso de más de tres millones de cocinas a gas por cocinas a inducción y esto le permitirá al estado ahorrar más de 500 millones de dólares al año que es lo que le cuesta al país subsidiar el gas licuado de petróleo.

Las cocinas a inducción en diferencia con el año pasado han tenido un notable incremento ya que hay mucha variedad en diseños, marcas y modelos, cada uno al precio que más le convenga.

Así como se ha incrementado la oferta también se ha incrementado la demanda de estos equipos ya que en este Agosto del 2015 las ventas se han llegado a triplicar respecto al 2014 según las tiendas de electrodomésticos, las cuales indicaron que en el 2013 y 2014 solo habían dos marcas de las cocinas en el mercado pero por la campaña del gobierno ahora tenemos 5 marcas nacionales fabricando estas cocinas.

En el Ecuador los modelos y marca difieren un poco de las características de las cocinas puesto que hay cocinas encimeras que solo tienen 4 hornillas, también hay de 6t hornillas y también existen en el mercado las cocinas a inducción con horno, abe recalcar que el horno no es a inducción si no por resistencias, esto hace que el consumo de energía sea mayor.

La potencia que consumen estas cocinas varía según el diseño y marca.

CAPÍTULO 5

DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el proyecto se ha escogido dos sectores los cuales vamos a repotenciar, cada uno cuenta con sus usuarios completamente identificados y que tenemos que darles el servicio adecuado para que usen sus cocinas de inducción.

Los sectores son los siguientes:

- Circuito Orquídeas

El sector escogido abastece a 41 usuarios y cada uno cuenta ya con su medidor a 240 voltios, por lo que necesitamos calcular la carga de cada predio para saber cuánta potencia le hará falta para saber que instalar en este sistema.

Este circuito tiene instalado un transformador monofásico de 50 Kva.

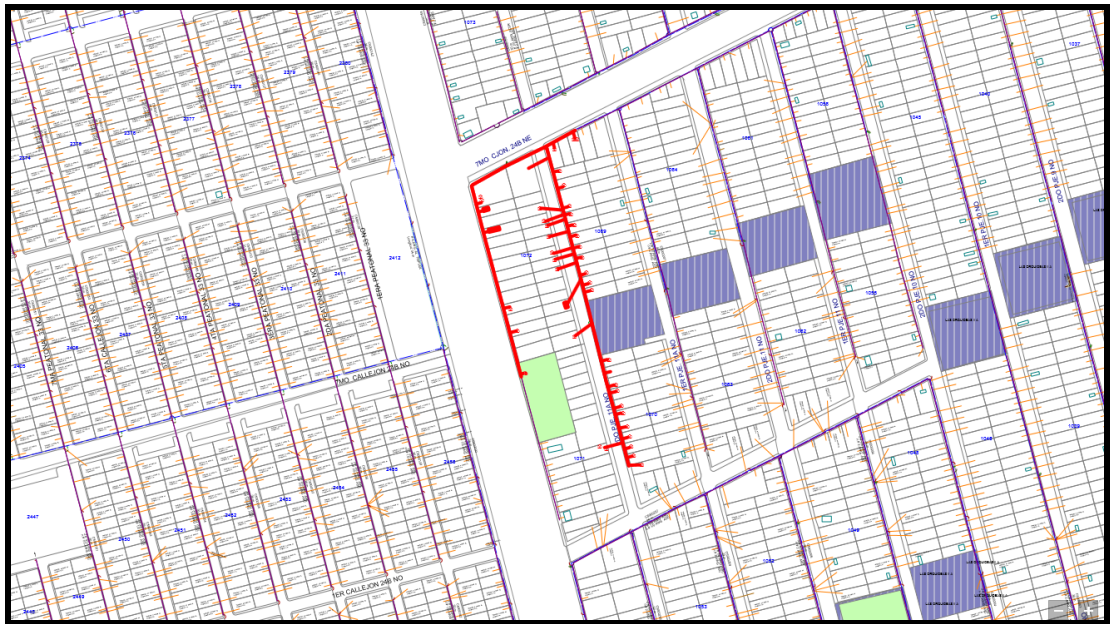


Figura 13. Diagrama Unifilar del Circuito Orquídeas

Fuente: CNEL Unidad de Negocio Guayaquil

- Circuito Sauces 3

Es un sector de nivel socioeconómico medio, el sector a repotenciar consta de 46 usuarios cada uno con su medidor, pero tenemos el problema de que 9 de ellos

no tienen medidor a 240 voltios, por tanto habrá que instarles también el medidor y será un gasto extra.

Este sector se abastece de un transformador monofásico de 50 Kva.

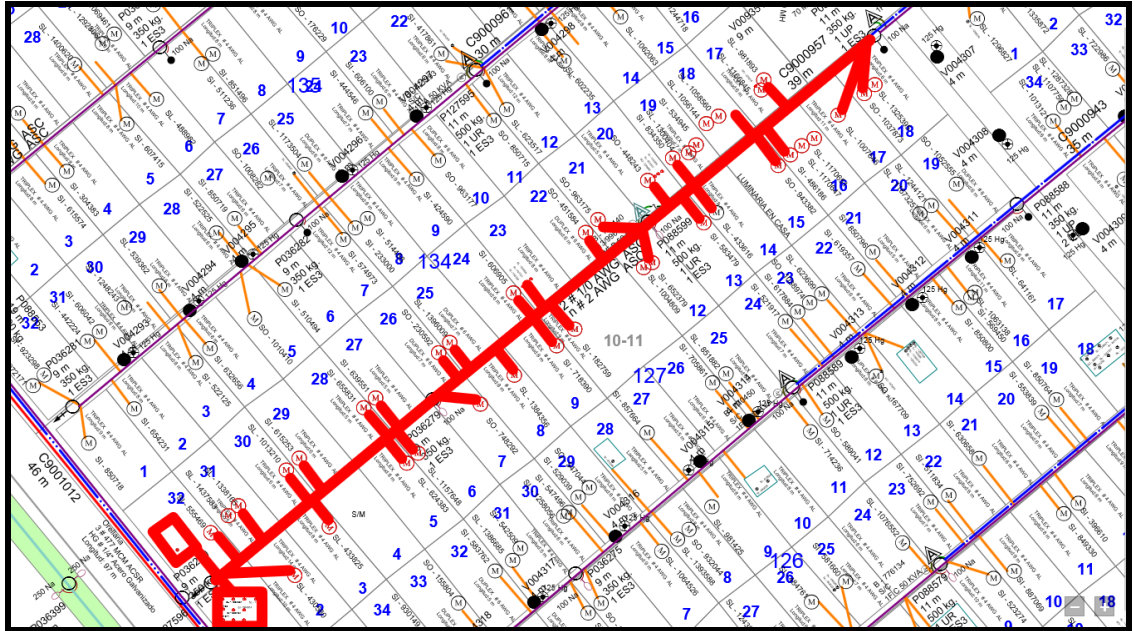


Figura 14. Diagrama Unifilar del Circuito Sauces 3

Fuente: CNEL Unidad de Negocio Guayaquil

5.1. Datos de circuitos

Tabla 5

Circuito Orquídeas

	# MEDIDOR	CONSUMO 7/15	CONSUMO 6/15	CONSUMO 5/15	CONSUMO 4/15	CONSUMO 3/15	PROMEDIO (KWH)	TIPO USUARIO
1	763329	89	96	109	114	83	98,2	RESIDENCIAL
2	801715	351	210	0	91	116	153,6	RESIDENCIAL
3	397496	0	0	0	0	0	0	RESIDENCIAL
4	827081	250	244	276	248	259	255,4	RESIDENCIAL
5	421965	367	372	457	467	459	424,4	RESIDENCIAL
6	763926	204	199	211	205	166	197	RESIDENCIAL
7	762970	689	695	876	680	737	735,4	RESIDENCIAL
8	581321	314	276	278	318	234	284	RESIDENCIAL
9	550275	303	287	328	299	293	302	RESIDENCIAL
10	1172922	242	202	272	217	225	231,6	RESIDENCIAL
11	858799	150	140	167	156	143	151,2	RESIDENCIAL
12	938856	184	172	225	154	138	174,6	RESIDENCIAL
13	1170933	560	473	577	562	644	563,2	RESIDENCIAL
14	473574	288	282	294	290	281	287	RESIDENCIAL
15	907891	286	273	345	288	283	295	RESIDENCIAL
16	580052	296	275	311	281	287	290	RESIDENCIAL
17	402270	210	259	218	184	132	200,6	RESIDENCIAL
18	543372	231	227	217	208	217	220	RESIDENCIAL
19	485067	153	133	138	109	107	128	RESIDENCIAL
20	526957	185	121	308	346	347	261,4	RESIDENCIAL
21	485937	117	84	116	116	115	109,6	RESIDENCIAL
22	115619	1726	1285	5293	672	1137	2022,6	COMERCIAL
23	180647	337	292	338	278	278	304,6	RESIDENCIAL
24	814633	693	386	734	682	770	653	RESIDENCIAL
25	622370	163	157	170	175	160	165	RESIDENCIAL
26	980911	310	398	138	129	92	213,4	RESIDENCIAL
27	922105	118	111	114	95	100	107,6	RESIDENCIAL
28	589607	66	33	13	27	14	30,6	COMERCIAL
29	574882	279	318	254	372	295	303,6	RESIDENCIAL
30	956958	114	86	97	96	90	96,6	RESIDENCIAL
31	414900	510	498	472	240	626	469,2	COMERCIAL
32	994714	258	575	156	103	114	241,2	RESIDENCIAL
33	12937889	276	255	279	273	244	265,4	RESIDENCIAL
34	533613	353	262	308	249	168	268	RESIDENCIAL
35	431343	400	382	428	338	283	366,2	RESIDENCIAL
36	569492	355	342	401	379	324	360,2	COMERCIAL
37	133847	387	338	463	338	325	370,2	RESIDENCIAL
38	1338926	274	216	245	221	165	224,2	RESIDENCIAL
39	1331738	125	29	57	204	40	91	COMERCIAL
40	1393691	270	3	3	4	0	56	RESIDENCIAL
41	1393744	257	0	0	0	0	51,4	RESIDENCIAL

Fuente Autor Rainier Romero

Tabla 6**Circuito Sauces 3**

	# MEDIDOR	CONSUMO 6/15	CONSUMO 5/15	CONSUMO 4/15	CONSUMO 3/15	CONSUMO 2/15	PROMEDIO (KWH)	TIPO USUARIO
1	433825	0	0	94	153	174	84,2	RESIDENCIAL
2	963175	267	339	409	267	291	314,6	RESIDENCIAL
3	965210	119	91	79	110	122	104,2	RESIDENCIAL
4	748292	129	140	121	106	105	120,2	RESIDENCIAL
5	655831	678	814	764	779	911	789,2	RESIDENCIAL
6	534945	552	600	543	541	512	549,6	RESIDENCIAL
7	1004809	265	285	282	242	252	265,2	RESIDENCIAL
8	433616	352	385	389	345	368	367,8	RESIDENCIAL
9	430580	0	0	67	99	116	56,4	RESIDENCIAL
10	583479	386	415	357	356	358	374,4	RESIDENCIAL
11	639551	267	301	265	264	244	268,2	RESIDENCIAL
12	536904	270	200	150	203	196	203,8	RESIDENCIAL
13	229815	181	352	373	368	307	316,2	RESIDENCIAL
14	1007646	399	558	505	990	14	493,2	RESIDENCIAL
15	624383	224	251	306	298	329	281,6	RESIDENCIAL
16	606905	213	227	250	238	278	241,2	RESIDENCIAL
17	1170651	33	32	39	22	49	35	RESIDENCIAL
18	1157648	500	613	480	442	453	497,6	RESIDENCIAL
19	230592	19	11	14	15	20	15,8	RESIDENCIAL
20	451584	176	210	227	212	197	204,4	RESIDENCIAL
21	718390	362	248	189	199	215	242,6	RESIDENCIAL
22	943382	90	130	137	55	71	96,6	RESIDENCIAL
23	981893	372	480	491	381	411	427	RESIDENCIAL
24	229966	91	106	83	84	92	91,2	RESIDENCIAL
25	851887	0	0	0	0	0	0	RESIDENCIAL
26	372089	159	294	250	224	321	249,6	RESIDENCIAL
27	555469	68	103	88	154	143	111,2	RESIDENCIAL
28	448243	81	94	76	77	82	82	RESIDENCIAL
29	486186	132	145	78	219	223	159,4	RESIDENCIAL
30	615253	0	0	0	0	0	0	RESIDENCIAL
31	1013210	265	293	273	225	172	245,6	RESIDENCIAL
32	1338165	4	143	47	95	162	90,2	RESIDENCIAL
33	1004551	59	59	61	84	102	73	COMERCIAL
34	1058560	140	120	39	9	9	63,4	RESIDENCIAL
35	585134	126	164	118	125	143	135,2	RESIDENCIAL
36	1037873	130	148	114	128	127	129,4	RESIDENCIAL
37	807907	774	726	570	592	407	613,8	COMERCIAL
38	1166845	186	261	191	164	99	180,2	RESIDENCIAL
39	1173419	63	57	67	71	91	69,8	RESIDENCIAL
40	1161811	299	330	309	299	235	294,4	COMERCIAL
41	852670	395	406	413	421	410	409	RESIDENCIAL
42	584814	443	400	464	485	505	459,4	RESIDENCIAL
43	1253303	1	2	7	19	49	15,6	RESIDENCIAL
44	1303601	330	315	147	244	364	280	RESIDENCIAL
45	1325395	26	28	25	20	30	25,8	RESIDENCIAL
46	1384356	496	0	0	0	0	99,2	RESIDENCIAL

Fuente Autor Rainier Romero

5.2. Descripción del proyecto

Este proyecto está basado en el consumo adicional de energía que vamos a tener por las cocinas de inducción por tanto no todos los predios van a necesitar este incremento, así que vamos a separar del mismo a los usuarios comerciales que hay en los dos circuitos y solo vamos a trabajar con los usuarios que tienen tarifa residencial.

En el sector de Orquídeas de los 41 usuarios que tiene nuestro sistema elegido solo 36 tienen tarifa residencial.

Aquí tenemos una tabla del promedio del consumo en Kwh de los meses desde Marzo a Julio del 2015 de los 41 usuarios del circuito.

Tabla 7

Consumo Promedio circuito Orquídeas

	CONSUMO PROMEDIO (KWH)
1	98,20
2	153,60
3	0,00
4	255,40
5	424,40
6	197,00
7	735,40
8	284,00
9	302,00
10	231,60
11	151,20
12	174,60
13	563,20
14	287,00
15	295,00
16	290,00
17	200,60
18	220,00
19	128,00
20	261,40
21	109,60
22	2022,60
23	304,60
24	653,00
25	165,00
26	213,40
27	107,60
28	30,60
29	303,60
30	96,60
31	469,20
32	241,20
33	265,40
34	268,00
35	366,20
36	360,20
37	370,20
38	224,20
39	91,00
40	56,00
41	51,40
PROMEDIO TOTAL	293,22

Fuente Autor Rainier Romero

Para obtener los Kw pico de un circuito eléctrico para su mayor precisión utilizamos el método de Ebasco, donde teniendo como información el consumo en Kwh y el número de usuarios del circuito obtenemos el pico de energía que se consume.

VIVIENDA RESIDENCIAL

Consumo promedio (kWh/mes)
Demanda kW/abonado

METODO DE EBASCO

$$kW = (\text{kWh/mes}) / (49.7 * (\text{kWh/mes})^{0.154} =$$
$$\text{FACTOR DE COINCIDENCIA} = 0.38 + 0.62/N =$$

N= NUMERO DE ABONADOS

$$KW = \text{DEMANDA KW/ABON} * \text{NUM ABON.} * FC$$
$$KVA = Kw / fp \qquad fp = 0.92$$

Figura15. Calculo por metodo de Ebasco de una Vivienda Residencial

Fuente: CNEL Ep - Unidad De Negocio Guayaquil, Dirección De Distribución, Memoria Técnica, Repotenciación De Los Centros De Transformación Y Redes De Distribución De La Cdla. Saucos Vi (2015).

Por lo tanto el promedio total del consumo del circuito Orquídeas es de 293.22 Kwh y para ese dato haremos nuestros cálculos.

Tabla 8

Cálculo Consumo Circuito Orquídeas

$Demanda = (Kwh/mes)/(49,7*(Kwh/mes)^{0,154})$
$Demanda = (293.22)/(49,7*(293.22)^{0,154})$
Demanda = 2,46 Kw
$Fc = 0,38 + 0,62/ N$
$Fc = 0,38 + 0,62/ 41$
Fc= 0,395
Demanda pico = Demanda * N * Fc
Demanda pico = 2,46 Kw * 41 * 0,395
Demanda pico = 39,83 Kw
Demanda en Kva= P en Kw/Fp
Fp= 0,90
Demanda en Kva= 39,83 /0,90
Demanda en Kva= 44,25 Kva

Fuente Autor Rainier Romero

Nos da como resultado 44.25 kva por lo que está correctamente instalado en este circuito el transformador de 50 kva con la siguiente ubicación y característica.

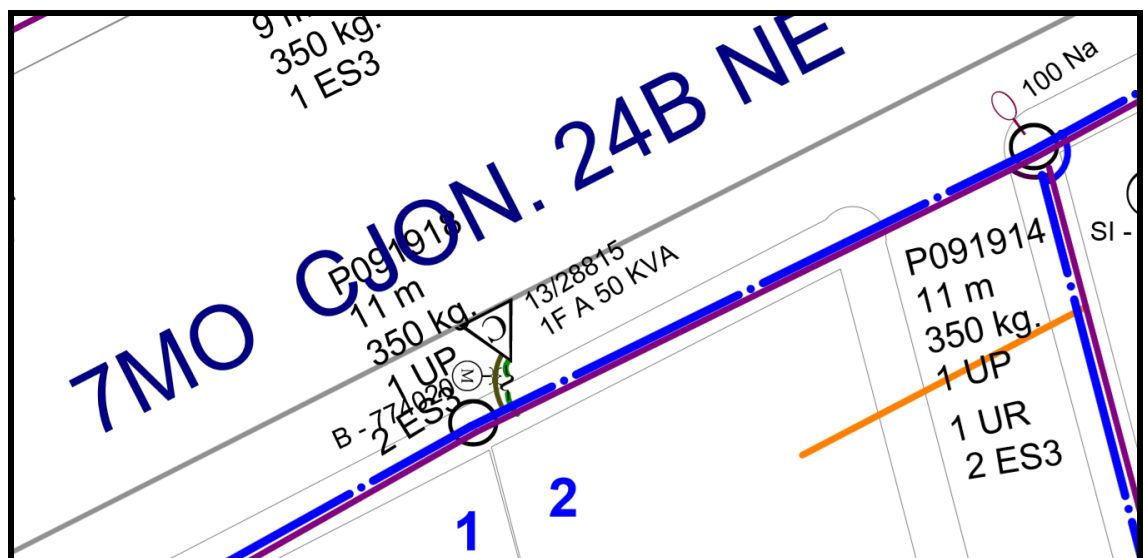


Figura 16. Diagrama Unifilar del Transformador

Fuente: CNEL Unidad de Negocio Guayaquil

En nuestro otro sector escogido para realizar esta repotenciación Sauces 3 tenemos 46 usuarios y solo 3 de ellos son comerciales.

Así mismo como en el otro sector escogido sacaremos el consumo del circuito.

Aquí tenemos la tabla con el promedio del consumo en Kwh de los meses de Febrero a Junio del 2015 del circuito.

Tabla 9

Consumo Promedio del circuito Sauces 3

	CONSUMO PROMEDIO (KWH)
1	84,20
2	314,60
3	104,20
4	120,20
5	789,20
6	549,60
7	265,20
8	367,80
9	56,40
10	374,40
11	268,20
12	203,80
13	316,20
14	493,20
15	281,60
16	241,20
17	35,00
18	497,60
19	15,80
20	204,40
21	242,60
22	96,60
23	427,00
24	91,20
25	0,00
26	249,60
27	111,20
28	82,00
29	159,40
30	0,00
31	245,60
32	90,20
33	73,00
34	63,40
35	135,20
36	129,40
37	613,80
38	180,20
39	69,80
40	294,40
41	409,00
42	459,40
43	15,60
44	280,00
45	25,80
46	99,20
PROMEDIO TOTAL	222,31

Fuente Autor Rainier Romero

En el circuito Saucos 3 tenemos un promedio de consumo de 222.31 Kwh entre los 46 usuarios del circuito.

Tabla 10

Cálculo Consumo Circuito Saucos 3

$Demanda = (Kwh/mes)/(49,7*(Kwh/mes)^{0,154})$
$Demanda = (222,31)/(49,7*(222,31)^{0,154})$
Demanda = 1,95 Kw
$Fc = 0,38 + 0,62/ N$
$Fc = 0,38 + 0,62/ 46$
Fc= 0,393
$Demanda\ pico = Demanda * N * Fc$
$Demanda\ pico = 1,95\ Kw * 46 * 0,393$
Demanda pico = 35,25 Kw
$Demanda\ en\ Kva = P\ en\ Kw / Fp$
Fp= 0,90
$Demanda\ en\ Kva = 35,25 / 0,90$
Demanda en Kva= 39,17 Kva

Fuente Autor Rainier Romero

El transformador instalado para este circuito es de 50 kva, y la carga que consume es de 39.17 Kva, los datos los tenemos en la siguiente figura con la ubicación del circuito.

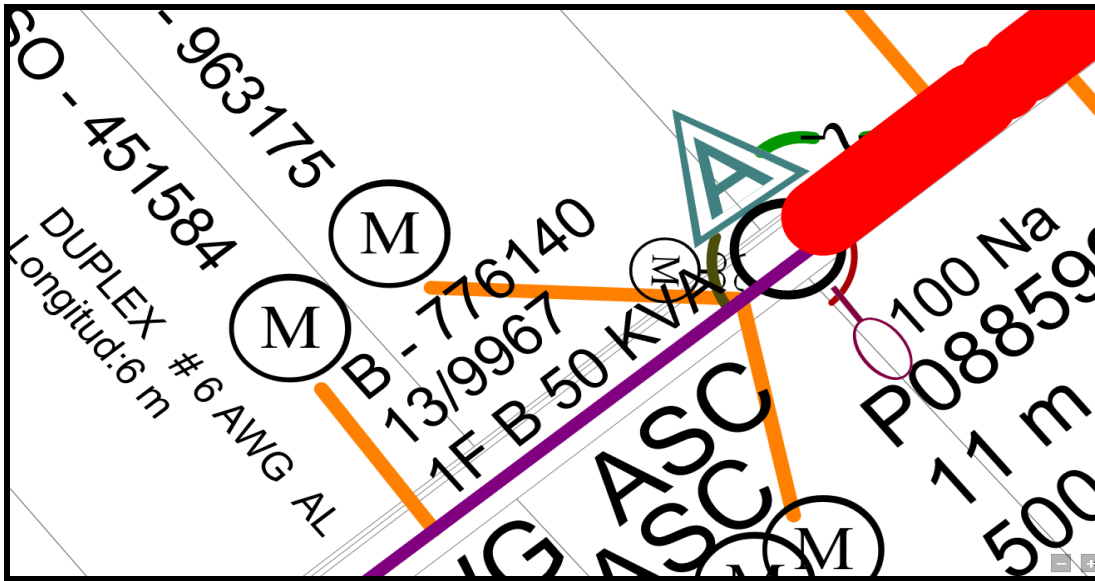


Figura 17. Diagrama unifilar del transformador

Fuente: CNEL Unidad de Negocio Guayaquil

5.3. Cálculos para la Cocina a Inducción.

Como ya tenemos la demanda de cada circuito mediante cálculos necesarios le sumaremos la potencia que consume cada cocina a inducción.

Como ya vimos en el capítulo 4 se utiliza un método para obtener la potencia pico que consume un circuito es el método de Ebasco el cual mediante los cálculos matemáticos nos da el resultado.

Más adelante adjuntamos las imágenes con los datos de placa de las diferentes marcas de las cocinas a inducción y haremos un promedio para utilizarlo en nuestro cálculo.

Cabe recalcar que tomaremos el valor solo de las cocinas encimeras y no del horno ya que no será tomado en cuenta para nuestro proyecto.

Tomaremos un promedio del consumo solamente de tres hornillas.



Figura 18. Placa de Modela Praga Marca Indurama
Fuente: Fotografía Rainier Romero

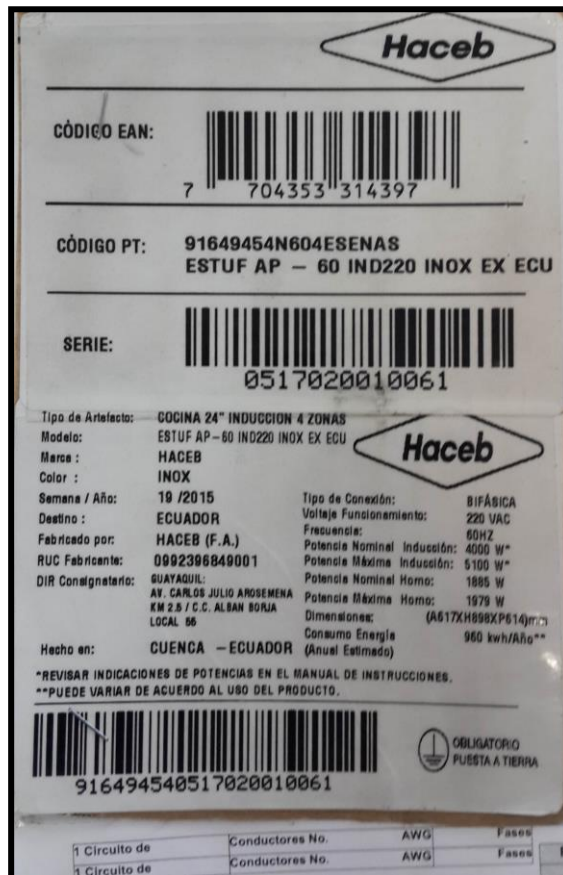


Figura 19. Placa de Cocina Marca Haceb
Fuente: Fotografía Rainier Romero

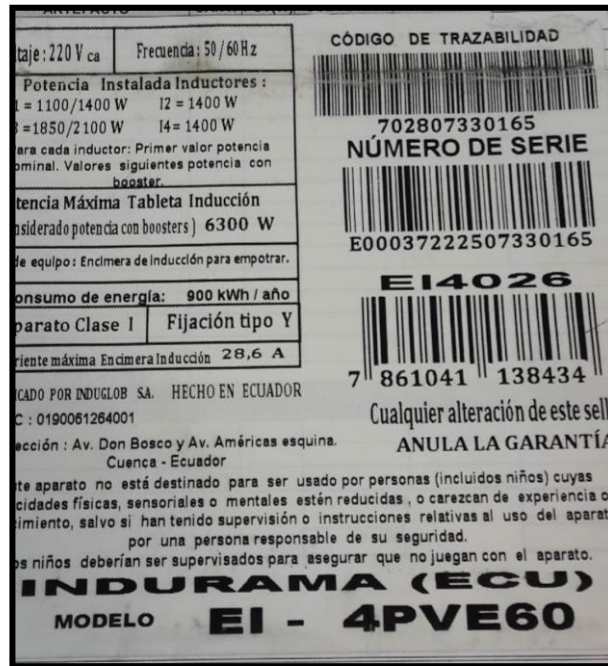


Figura 20. Placa de Cocina modelo el de Indurama
Fuente: Fotografía Rainier Romero

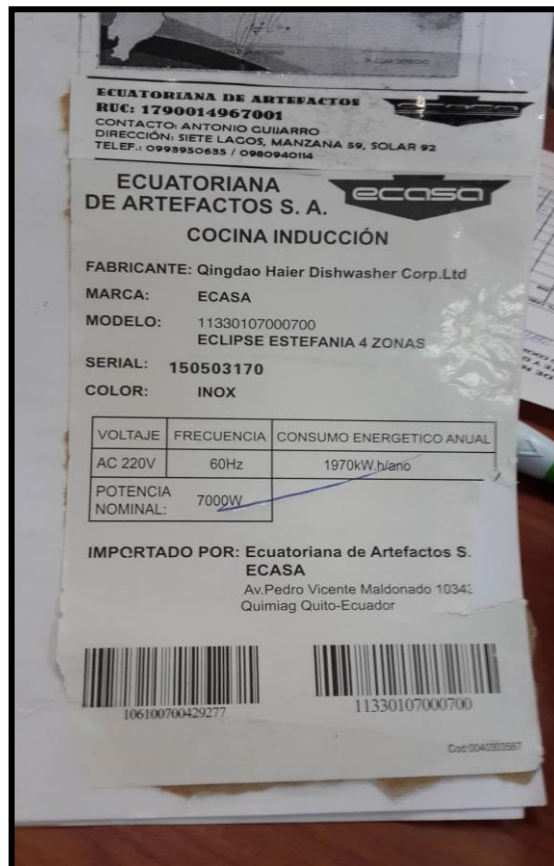


Figura 21. Placa de Cocina Marca Ecasa
Fuente: Fotografía Rainier Romero



Figura 22. Placa de Cocina Marca Haier
Fuente: Fotografía Rainier Romero

Con estos datos de placa obtenemos el promedio de ellas para obtener la potencia que consumen, solo usamos para nuestro calculo tres hornillas.

Tabla 11**Datos de Potencia de Placas**

MODELO	POTENCIA	POTENCIA POR HORNILLA	POTENCIA DE 3 HORNILLAS
PRAGA DE INDURA	6800	1133	3399
EL DE INDURA	6300	1575	4725
HACEB	4000	800	2400
HAIER	6000	1000	3000
ECASA	7000	1166	3498
PROMEDIO			3404,4

Fuente Autor Rainier Romero

Para el circuito Orquídeas de 41 usuarios tenemos una demanda pico de 39.83 Kw, solo tomaremos en cuenta 36 cocinas ya que 5 usuarios del sistema son de tarifa comercial, realizando los cálculos obtenemos los siguientes resultados:

POTENCIA EN KW DE COCINA	FACTOR DE COINCIDENCIA	DEMANDA PICO EN KW	DEMANDA EN KVA
3404,4	$0,38+0,62/N=0,4$	$3404,4 * 36 * 0,4 = 49$	$49 / Fp = 54,44 \text{ kva}$

Ahora sumamos los Kw que consumían sin la cocina a inducción:

POTENCIA SIN COCINAS EN KVA	POTENCIA DE LAS COCINAS EN KVA	TOTAL EN KVA
39.83	54,44	94,27

Por lo tanto necesitaremos 2 transformadores autoprotegidos monofásicos de 50 Kva para dar un soporte adecuado al sistema eléctrico.

Para el circuito Sauces 3 se realizó el mismo procedimiento, este circuito tiene solo 43 usuarios residenciales que usaran las cocinas a inducción ya que los otros 3 usuarios son comerciales obtenemos la siguiente potencia:

POTENCIA EN KW DE COCINA	FACTOR DE COINCIDENCIA	DEMANDA PICO EN KW	DEMANDA EN KVA
3404,4	$0,38+0,62/N=0,39$	$3404,4 * 43 * 0,39 = 47,8$	$47,8 / Fp = 53,11 \text{ kva}$

Como en el circuito anterior ahora sumamos la demanda del circuito sin las cocinas a inducción:

POTENCIA SIN COCINAS EN KVA	POTENCIA DE LAS COCINAS EN KVA	TOTAL EN KVA
35,25	53,11	88,36

Como la sumatoria nos da una demanda de 88.36 Kva los equipos que necesitaremos tener instalados dos transformadores autoprotegidos monofásicos de 50 Kva cada uno.

El cambio de un transformador también necesita de algunos accesorios para poder instalarlo en los postes. Por lo cual necesitamos los siguientes elementos:

ITEMS	CANTIDAD
COLLARES METALICOS	4
PERNOS DE 1/2	8
PERNOS PUNTA COCO	12

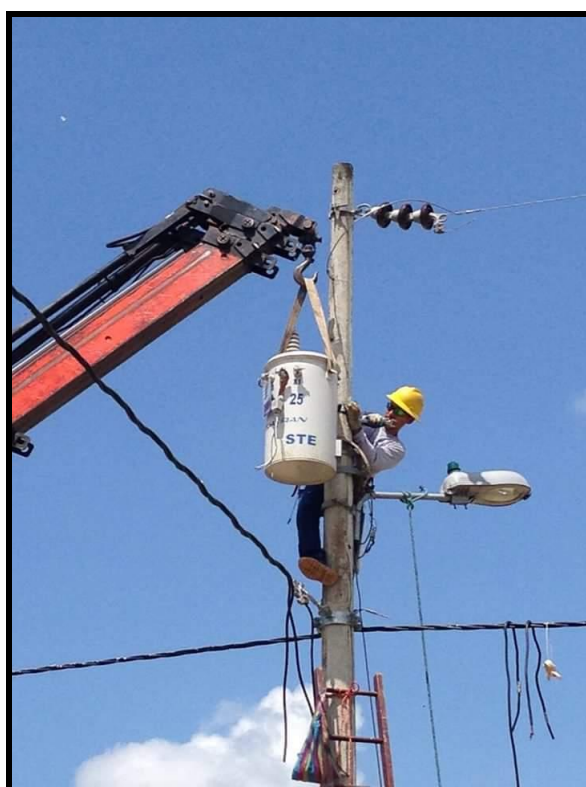


Figura 23. Personal de CNEL Unidad de Negocio Guayaquil instalando transformador en poste.

Fuente: Fotografía Rainier Romero

5.4. Equipos y materiales adicionales requeridos

Para este proyecto hay que agregar otros ítems como cambios de medidores para que los usuarios puedan utilizar las cocinas a inducción.



Figura 24. Contratista de CNEL Unidad de Negocio Guayaquil realizando un cambio de medidor.

Fuente: Fotografía Rainier Romero

En el sector Orquídeas todos los usuarios del circuito cuentan con medidores a 240 voltios y en el sector Saucos 3 tenemos 9 usuarios que aún no cuentan con este medidor.

Debemos tomar en cuenta que para cambiar un medidor de 240 voltios también necesitamos cambiar su acometida por lo tanto necesitaremos agregarle este rubro a nuestro estudio.

Tabla 12

Cálculo Número de Medidores

	# DE MEDIDOR	VOLTAJE
1	963175	120V
2	965210	120V
3	748292	120V
4	229815	120V
5	230592	120V
6	451584	120V
7	943382	120V
8	229966	120V
9	1037873	120V

Fuente Autor Rainier Romero

Necesitaremos 9 medidores a 240 voltios de clase 200, las base socket no necesitaremos cambiar ya que son las mismas usadas por los medidores a 120 voltios.

Como en este circuito tenemos en el secundario sistema de aluminio desnudo necesitaremos 108 metros de cable concéntrico 3x6 de aluminio para instalar las acometidas de estos medidores ya que usualmente se usa en promedio 12 metros por acometida.



Figura 25. Cable concéntrico 3x 6 de cobre utilizado para acometidas
Fuente: Fotografía Rainier Romero

Para este proyecto tenemos que tomar en cuenta también que se debe realizar una división de circuito, esto es que ya tendremos dos circuitos en lugar de uno y necesitamos accesorios para hacerlo y estos rubros también van a ser incluidos en nuestro presupuesto.

ITEMS	CANTIDAD
GRAPAS DE COMPRESION WR-150 # 2	8
AISLADOR TIPO ROLLO DE PORCELANA	4
SEPARADORES DE MADERA	4

Para finalizar este análisis de los equipos y materiales a utilizar tenemos la figura siguiente como ejemplo de cómo debería quedar instalada la repotenciación en los sectores.

Aquí observamos cómo está hecha la división del circuito y como está instalado el transformador nuevo, se observan claramente los materiales descritos en nuestro análisis.



Figura 26. Repotenciación en un sector de Guayaquil

Fuente: Fotografía Rainier Romero

CAPÍTULO 6

ANÁLISIS ECONÓMICO

La finalidad de este presupuesto de inversión es calcular el costo de repotenciación de estos dos circuitos por lo tanto se debe desglosar los rubros.

6.1. Circuito Orquídeas

Para obtener el cálculo del presupuesto en el circuito Orquídeas vamos a sumar los gastos por equipos instalados, accesorios, herramientas de trabajo mano de obra.

6.2. Circuito Sauces 3

En este sector Sauces 3 se debe considerar los rubros antes indicados por la instalación de medidores y acometidas.

Tabla 13**Presupuesto de la Repotenciación**

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRANSFORMADOR DE 50 KVA CSP	2	\$ 2.955,12	\$ 5.910,24
MANO DE OBRA DE CONEXIÓN DEL TRANSFORMADOR A LA RED DE BAJO VOLTAJE (37,5 A 50 KVA)	2	\$ 239,14	\$ 478,28
MANO DE OBRA DE PUESTA A TIERRA DEL TRANSFORMADOR	2	\$ 78,75	\$ 157,50
TRANSPORTACION DEL TRANSFORMADOR DESDE LA EMPRESA	1	\$ 71,67	\$ 71,67
MANO DE OBRA DE REUBICACION DE LUMNARIA	1	\$ 27,88	\$ 27,88
INSTALACION DE ACOMETIDA A 240 VOLTIOS DE COBRE	9	\$ 90,72	\$ 816,48
RETIRO DE ACOMETIDA DE 120 VOLTIOS	9	\$ 1,95	\$ 17,55
MEDIDOR ELECTRONICO 240 VOLTIOS	9	\$ 99,69	\$ 897,21
RETIRO DE ACOMETIDA CLANDESTINA	2	\$ 1,95	\$ 3,90
RETIRO DE MEDIDOR DE 120 VOLTIOS	9	\$ 3,74	\$ 33,66
PUESTA A TIERRA DE LAS ACOMETIDAS	9	\$ 30,51	\$ 274,59
CABLE CONCENTRICO 3X6 AL AWG- 600 V	108 m	\$ 3,82	\$ 412,56
GRAPAS DE COMPRESION WR-150 # 2	8	\$ 10,65	\$ 85,20
AISLADOR TIPO ROLLO DE PORCELANA	4	\$ 2,54	\$ 10,16
SEPARADORES DE MADERA	4	\$ 3,40	\$ 13,60
COLLARES METALICOS	4	\$ 8,40	\$ 33,60
PERNOS DE 1/2	8	\$ 1,22	\$ 9,76
PERNOS PUNTA COCO	12	\$ 1,60	\$ 19,20
		SUB TOTAL	\$ 9.273,04
		IVA	\$ 1.112,76
		TOTAL	\$ 10.385,80

Fuente Autor Rainier Romero

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

- El cambio de las cocinas a gas por las cocinas a inducción eléctrica representan al menos un 40 por ciento de la demanda total de energía que tenemos en el Ecuador según fuentes de CNEL EP.
- El aumento de las cocinas a inducción en el país requiere que se instale un 60 por ciento adicional de potencia en el sistema eléctrico del país, esto hace que sea necesaria la mayor producción en las empresas de electricidad en el Ecuador ya sea de generación, transmisión y distribución.
- Este cambio requiere que en el país haya programas para mejorar la eficiencia de energía.
- Al haber mayor demanda de energía por el uso de las cocina a inducción, las planillas de consumo para los usuarios tendrán un gran incremento en lo económico por lo que vamos a necesitar que haya tarifas diferenciadas para no afectar a los niveles socioeconómicos bajos.
- Debemos minimizar el impacto ambiental que habrá por la generación de energía eléctrica para abastecer la demanda del país, por lo que se debería tener como fuente principal plantas de generación con energía renovable.
- Se concluye que lo mejor para nuestro circuito es instalar adicionalmente otro transformador de 50 Kva y no quitar el ya existente de 50 Kva para instalar uno de 100 Kva ya que tiene factores negativos como el que los conductores que quedaran en la entrada del circuito pueden recalentarse por la mayor corriente que circulara por ellos.

7.2. Recomendaciones

- Se debe realizar un estudio de las condiciones en las que están las instalaciones eléctricas de los domicilios de los usuarios porque la corriente que van a manejar las cocinas a inducción serán más elevadas y si no se las protege adecuadamente pueden ocasionar daños a las instalaciones incluso hasta accidentes grandes ya que los dispositivos de protección no van a actuar de manera correcta.

- Se debe verificar que las cocinas a inducción que entren al mercado ecuatoriano cumplan con las normas técnicas internacionales de fabricación y deben tener el aval de entidades como el INEN CONELEC
- Se deberá pedir a los fabricantes que mejoren al máximo el factor de potencia para evitar pérdidas.
- Se deberán realizar las instalaciones de la repotenciación con productos que cumplan de manera exacta los datos que se han establecido mediante los cálculos ya que cualquier producto que no esté fabricado para los valores pedidos ocasionaran problemas incluso accidentes.
- El ministerio de electricidad del país deberá socializar con la población sobre el correcto uso y funcionamiento de las cocinas a inducción para que se aprovechen al máximo sus ventajas.
- El mantenimiento de los sistemas eléctricos debe ser más minucioso ya que las variaciones de voltaje pueden ocasionar el mal funcionamiento de los equipos, muchas veces se tendrán que regular los taps de los transformadores para que llegue el voltaje adecuado.
- Todos los usuarios deberán tener una correcta puesta a tierra para que los usuarios tengan la seguridad necesaria al utilizar los equipos.
- Se recomienda tener dos transformadores de 50 Kva en el circuito porque por normas técnicas los transformadores de 100 Kva no van instalados en los postes debido a su gran tamaño y peso lo cual genera un gran peligro para el lugar.

REFERENCIAS

ASAMBLEA NACIONAL, (2014). UTILIZACIÓN DE COCINAS DE INDUCCIÓN GENERARA BENEFICIOS AMBIENTALES.

Obtenido de: <http://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/utilizacion-de-cocinas-de-induccion-generara-beneficios>

UNIDAD DE NEGOCIO HIDROPAUTE (2015). Obtenido de: https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_Negocio_Hidropaute

CELEC EP, HIDROPAUTE, PRESA DANIEL PALACIOS.

Obtenido de: <https://www.CELEC.gob.ec/hidropaute/molino.html>

DIARIO EL UNIVERSO (2010), CELEC INSTALARÁ 44 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN EN EL SUR DE LA URBE.

Obtenido de: <http://www.eluniverso.com/2010/12/06/1/1445/CELEC-instalara-44-lineas-transmision-sur-urbe.html>

INDUSTRIAS ELECTROMECÁNICAS MAGNETRON S.A.S., FICHA TÉCNICA, TRANSFORMADORES CONVENCIONALES (2015).

Obtenido de:

http://www.magnetron.com.co/magnetron/images/pdf/fichas/ficha_convencionales.pdf

INDUSTRIAS ELECTROMECÁNICAS MAGNETRON S.A.S., FICHA TÉCNICA, TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS (2015).

Obtenido de:

http://www.magnetron.com.co/magnetron/images/pdf/fichas/ficha_autoprotegidos.pdf

INDUSTRIAS ELECTROMECÁNICAS MAGNETRON S.A.S., FICHA TÉCNICA, TRANSFORMADORES PEDESTALES (2015).

Obtenido de:

http://www.magnetron.com.co/magnetron/images/pdf/fichas/ficha_pedestales.pdf

ARTICULO COCINA DE INDUCCION (2015)

Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Cocina_de_inducci%C3%B3n

CNEL EP - UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL, DIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN, MEMORIA TECNICA, REPOTENCIACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y REDES DE DISTRIBUCIÓN DE LA CDLA. SAUCES VI (2015).

ANEXOS

ANEXO 1

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA EL CIRCUITO ORQUIDEAS DESDE LA SUBESTACIÓN.

ANEXO 2
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN PARA EL CIRCUITO SAUCES 3 DESDE LA
SUBESTACIÓN.

ANEXO 3

**NORMAS DE ACOMETIDAS, CUARTOS DE TRANSFORMADORES Y
SISTEMAS DE MEDICIÓN PARA EL SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD**

ANEXO 4

FICHA TÉCNICA TRANSFORMADORES CONVENCIONALES

ANEXO 5

FICHA TÉCNICA TRANSFORMADORES AUTOPROTEGIDOS

ANEXO 6

FICHA TÉCNICA TRANSFORMADORES PEDESTALES