

Elaboración de un Software para Auditoría Energética a Nivel de Baja Tensión

Christian David Alvarado Valarezo ⁽¹⁾

Otto José Cevallos Almeida ⁽²⁾

Msc. Douglas Aguirre Hernández ⁽³⁾

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación,
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

cdalvara@espol.edu.ec ⁽¹⁾

ottjocev@espol.edu.ec ⁽²⁾

Universidad Politécnica De Zaragoza (UPZ)

Msc. Ecoeficiencia, Ahorro y Alternativas Energéticas, Profesor de Materia de Graduación ⁽³⁾

daguirr@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

La finalidad de este trabajo es aportar un software a las diferentes empresas eléctricas para realizar una auditoría energética a los usuarios residenciales y un cálculo de consumo de energía aproximado con la ayuda de una base de datos con la potencia de algunos equipos y ciertos datos ingresados por el usuario, el programa analiza los circuitos de toma corrientes, alumbrado y circuitos especiales, concluyendo si los interruptores y conductores de la instalación se encuentran correctamente dimensionados aplicando las recomendaciones y normativas del NEC(Código Eléctrico Nacional), CONELEC(Consejo Nacional de Electricidad) y NATSIM (Normas de Acometidas Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de la Electricidad), además nos permite conocer las respectivas sanciones para las infracciones que se presenten en una instalación a nivel de baja tensión según la ley de régimen vigente para sector eléctrico, el proceso para calcular el valor a pagar por la energía consumida se efectúa basado en los cargos tarifarios según la empresa que suministra el servicio tomando como ejemplo: Empresa Eléctrica de Guayaquil, Empresa Eléctrica Quito y CNEL Guayas – Los Ríos con la facilidad agregar o actualizar estos en una base y presentar en un informe todo lo realizado.

Palabras Claves: *Elaboración de un Software para Auditoría Energética a Nivel de Baja Tensión.*

Abstract

The purpose of this work is to contribute with a software for the different electrical companies, in order to do an energy audit to the residential users, and also to make a calculation of the approximate energy consumption, with the help of a data base that includes the potency of some electrical equipment, and some other information introduced by the user. This program analyzes the circuits from the outlet, streetlights, and special circuits; therefore, to know if the switches and the conductive parts of the installation are measured correctly, through the application of the regulations and recommendations according to the NEC (National Electrical Code), CONELEC (Consejo Nacional de Electricidad) and the NATSIM (Normas de Acometidas Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de la Electricidad). Besides this, the program allow the engineer to know the corresponding fine for the each infraction committed in the installation of the low power line, all this according to the Current Law Regime for the electricity sector. The process to calculate the value of the fine to be paid depends on the electrical power consumption, and is based on the tariff charge of the electrical company that provides the service, for example: Empresa Eléctrica de Guayaquil, Empresa Eléctrica Quito and CNEL Guayas – Los Rios, with the facility to add or update this information on the data base, and to present an inform with everything made.

Keywords: *Development of Software for Energy Audit Level Low Voltage*

- SQL Server Management Studio con respectiva base de datos.

1. Introducción

Al usar herramientas computacionales disminuimos el tiempo al momento de realizar una auditoria energética y los cálculos respectivos para el dimensionamiento y diseño de los principales elementos de una instalación a nivel de baja tensión, por esta razón nos vamos a valer de las herramientas informáticas NetBeans IDE 7.4 y SQL Server Management Studio.

El desarrollo del programa se describirá en los capítulos a continuación, donde se resaltarán principalmente el correcto dimensionamiento de cada circuito de alumbrado, tomacorrientes y cargas especiales, realizando la respectiva comparación con lo que ya existe en las viviendas emitiendo un veredicto aprobando o rechazando la instalación eléctrica, fundamentándose en las normas del NATSIM y del NEC. Luego de presentar los resultados se procederá a realizar el análisis no cuantificado de la eficiencia energética, calculando el valor a pagar de la planilla de energía, en esta sección del software el usuario ingresará los equipos existentes en su residencia desde una base de datos teniendo así una idea de la representación de su consumo de energía eléctrica en dólares.

2. Metodología

Para la elaboración del software es necesario tener en cuenta el procedimiento para el correcto dimensionamiento de los interruptores de cada circuito ramal de alumbrado, toma corrientes, cargas especiales y el interruptor principal de la instalación, además tomar en cuenta la normativa vigente y recomendaciones para instalaciones eléctricas en baja tensión.

Para el calcular el consumo de energía en dólares el programa calculará un estimado de energía en Kwh (Kilovatios hora), este valor será desglosado y ubicado según el cargo tarifario seleccionado de la empresa que suministra el servicio determinando el valor de los Kwh en dólares además de los costos adicionales que se incluyen en el costo facturado en la planilla de energía a pagar por los consumidores.

3. Requerimientos para el software

Para el correcto funcionamiento del software es necesario cumplir con lo siguiente:

- Sistemas de 32 bits: Equipo con procesador Intel o compatible a 1GHz o superior.
- Sistemas de 64 bits: Equipos con procesador de 1.4 GHz o superior.
- 512 MB de RAM como mínimo
- 1 Gb de espacio disponible en el disco

4. Recolección de datos

Para la recolección de datos se realizó un recorrido por los centros comerciales de la ciudad de Guayaquil tomando los datos de placa de los equipos utilizados normalmente en los hogares de los consumidores para nuestra base de datos.



Figura 1. Datos de placa de Acondicionador de Aire



Figura 2. Datos de placa de una licuadora

En la figura 1 y 2 se muestra como se realizó la recolección de datos, integrándolos en una base para el cálculo aproximado de la energía consumida por los usuarios residenciales.

5. Infracciones y Sanciones

A continuación se presentan las tablas con las respectivas infracciones que pueden cometer en una instalación eléctrica un consumidor y su respectiva sanción dependiendo de la ley de régimen vigente para el sector eléctrico que fueron incluidas en el software.

Tabla 1. Infracciones del Consumidor Residencial

INFRACCIÓN DEL CONSUMIDOR	CARGO SANCIÓN ACCIONES
Conexiones directas antes del medidor (Robo / Hurto)	2/3/4/5/6/7
Proporcionar servicio eléctrico desde el medidor a un local o inmueble diferente al señalado en el contrato	2/3/4/5/6/7
Alteraciones a las instalaciones o seguridades del sistema de medición, u obstrucciones al registro normal del medidor	2/3/4/6/7
Modificación, reemplazo o reubicación de la acometida o equipo de medición, o de cualquiera de sus partes	3/4/5
Impedir el acceso al personal autorizado del Distribuidor, para la realización de inspecciones técnicas, labores de control, toma de lecturas o suspensiones del servicio por falta de pago	4/5

Tabla 2. Descripción de los Cargos para las infracciones

CARGOS-SANCIONES-ACCIONES	
REFERENCIA	DESCRIPCIÓN
1	Pago de factura más interés legal
2	Liquidación o re facturación de energía no facturada hasta por doce meses
3	Pago de equipos y materiales o reposición de éstos.
4	Suspensión del servicio con o sin retiro de materiales
5	Pago por reposición del servicio
6	Multa por energía no facturada (300%) de acuerdo con el artículo 2 de la Ley reformatoria a la LRSE
7	Acción Legal

En caso de reincidencia de las infracciones se tomarán las siguientes medidas:

La primera reincidencia de una infracción le faculta al Distribuidor a sancionar al Consumidor con el doble de la multa aplicada en la primera infracción, y en las reincidencias siguientes dar por terminado el Contrato y ejercer las acciones legales correspondientes, de conformidad con la normativa vigente en el Sector

Eléctrico, los instructivos y las estipulaciones establecidas en el presente contrato.

4. Diseño Eléctrico

4.1. Normas aplicadas al diseño eléctrico

Para el diseño eléctrico se seguirá a cabalidad los siguientes puntos.

- Para realizar el cálculo de carga se asuma la potencia de las luminarias en 100 vatios y los tomacorrientes 150 vatios [1]
- La capacidad mínima de operación continua del conductor utilizado en una instalación eléctrica residencial debe ser 15 Amperios [1]
- Los circuitos de alumbrado pueden abarcar un máximo de 12 luminarias y los circuitos de tomacorrientes un máximo de 9 tomacorrientes, como excepción el circuito de la cocina puede tener un máximo de 5 debido a que los electrodomésticos utilizados consumen una mayor potencia. [1]
- La protección para cualquier circuito de alumbrado o tomacorrientes será con un interruptor de 1 polo y capacidad 20 amperios. [1]
- La medición se realizara con medidor clase CL – 100 con capacidad de hasta 70 amperios [2]
- Para cargas especiales se dimensionará el interruptor para su protección.
- El calibre del conductor colocado debe ser de igual o mayor capacidad que la del interruptor de protección para evitar un incendio por sobrecarga.

4.2. Consideraciones de diseño

Para el diseño eléctrico residencial podemos considerar la potencia de los siguientes equipos como referencia para el cálculo de carga.

Equipo	Potencia (w)
Refrigeradora	600
Lavadora	800
Computadora	300
Ducha Eléctrica	4500
Cocina Eléctrica	6000

Los equipos descritos se los denominará como equipos especiales para nuestro cálculo de carga. Además circuitos de alumbrado, tomacorrientes y especiales se denominaran como circuitos ramales.

4.3. Dimensionamiento de Interruptores

Para dimensionar un interruptor consideraremos la potencia del equipo a proteger y un porcentaje de sobre carga del 25 % de la capacidad nominal. Partiendo de la fórmula de potencia eléctrica tenemos:

$$I_{\text{interruptor}} = \frac{K \cdot P}{V \cdot \text{fp}} \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

P: Potencia de cada luminaria o cada tomacorriente

V: Voltaje del equipo 120/240V.

fp: Factor de potencia 0.92

K: constante de 1.25, factor que asegura el 25% de reserva para sobrecarga.

4.4. Cálculo de carga

Para el análisis de cálculo de carga consideramos la potencia total instalada en la residencia que comprende la suma de todos los circuitos de alumbrado, tomacorrientes y equipos especiales, este valor se multiplica por un factor de diversidad debido a que el tipo de carga existente no será coincidente, esto permitirá abaratar costos de construcción por la disminución de la corriente del interruptor principal de protección para el circuito.

La potencia diversificada se calcula de la siguiente forma: consideramos el 25% de la carga total operando al 100%, el 75% se considerará que opera a un 35% o 40%, dependiendo de las potencias de las cargas que funcionarán menor tiempo. [3]

$$P_{\text{diversificada}} = 0.25P_{\text{total}} + 0.75 * 0.40 * P_{\text{total}} \quad \text{Ec. 2}$$

Con el valor calculado de potencia diversificada calculamos la protección principal de nuestro circuito como se describió en el punto 4.3, con estos valores dimensionaremos nuestros interruptores para circuitos ramales y circuito principal así como el calibre de los conductores utilizados seleccionados del NATSIM [2]

Tabla 3. Intensidad máxima admisible en conductores de cobre y aluminio

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)	
AWG Kcmils	Tipos TW* UF*	Tipos FEPW/RH*, RHW*, THHW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	Tipos TBS.SA, SIS, FEP*, FEPB*/NI RHH*, RHW-2, THHN*, THWN-2*, XHHW*, USE-2, THWN-2*	Tipos TW* UF*	Tipos RH*, RHW*, THHW*, THWN*, XHHW*, USE*	Tipos TBS.SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, RHH*, RHW-2 USE-2/XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	AWG Kcmils
	Cobre			Aluminio o aluminio recubierto de cobre			
18	...	...	14	...	...	...	...
16	20*	20*	25	...	...	...	...
14	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
12	30	35*	40*	25	30*	35*	10
10	40	50	55	30	40	45	8
8	55	65	75	40	50	60	6
6	70	85	95	55	65	75	4
4	85	100	110	65	75	85	3
3	95	115	130	75	90	100	2
2	110	130	150	85	100	115	1
1	125	150	170	100	120	135	1/0
1/0	145	175	195	115	135	150	2/0
2/0	165	200	225	130	155	175	3/0
3/0	185	230	260	150	180	205	4/0
4/0	215	255	290	170	205	230	250
250	240	285	320	190	230	255	300
300	260	310	350	210	250	280	350
350	280	335	380	225	270	305	400
400	320	380	430	260	310	350	500
500	355	420	475	285	340	385	600
600	385	460	520	310	375	420	700

5. Análisis económico y energético [4]

El análisis económico y energético de los consumidores residenciales se lo realiza a nivel general debido a que se dificulta su cálculo de una manera particular, este análisis depende de cada usuario por sus diferentes necesidades e ingresos económicos por lo que vamos a plantear la manera de calcular el consumo de una vivienda y significado económico de la demanda.

Cada vivienda tendrá un número determinado de electrodomésticos y el usuario a su vez una manera específica de uso, con su potencia nominal en vatios y un número de horas determinadas de uso (diaria, semanal y mensual).

Por lo tanto la ecuación que vamos a utilizar para cada electrodoméstico es:

$$KWH(\text{mensual}) = 30 * P * H / 1000 \quad \text{Ec.3}$$

P= potencia nominal del electrodoméstico (vatios)

H= número de horas diaria que utiliza el electrodoméstico. (Horas)

KWH= consumida por el electrodoméstico en un mes. (Kilo vatios hora)

Cada electrodoméstico utilizado en la vivienda consumirá energía eléctrica en el periodo de un mes, Por lo que el consumo de energía de la vivienda sería la suma de todos los Kilovatios hora (KWH) consumidos por cada electrodoméstico.

Con estos kilovatios horas mensuales podremos calcular lo que significa económicamente mediante el cargo tarifario, este cargo varía dependiendo de la región del país, aquí evaluaremos para Guayaquil, Quito y el resto de país.

El cálculo se lo realiza dividiendo la potencia consumida en los rangos indicados en el pliego tarifario multiplicando cada rango por el valor que indica el pliego tarifario. Esto equivaldría el consumo eléctrico de la vivienda (KWH) en un valor monetario en dólares.

En el cargo tarifario podemos observar un valor de comercialización que varía dependiendo del consumo de la vivienda.

Para calcular el valor a pagar por el consumo de la energía eléctrica tendremos las siguientes ecuaciones:

$$SC = 0.05*(C1+C2) \text{ Ec.4}$$

SC: subsidio cruzado en dólares

C1: Consumo en dólares de la energía eléctrica mediante el cálculo anteriormente mencionado con el pliego tarifario.

C2: Valor en dólares fijo del pliego tarifario dependiendo del consumo, este valor es el valor de la comercialización.

$$TSE = C1 + C2 + SC \text{ Ec.5}$$

TSE: valor en dólares a pagar por el total de servicio eléctrico

$$AP = 0.0667*(TSE) \text{ Ec.6}$$

AP: valor en dólares a pagar por alumbrado público

$$TRB = 0.1116*(TSE + AP) \text{ Ec.7}$$

TRB: valor a pagar por de la tasa de recolección de basura en dólares

$$CB = \text{Impuesto Fijo de 1.59 USD} \text{ Ec.8}$$

CB: valor en dólares a pagar por la contribución de los bomberos en dólares

$$\text{Pago de Planilla} = TSE + AP + TRB + CB \text{ Ec.9}$$

Los cargos tarifarios utilizados en el software se detallan a continuación.

CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS			
JUNIO - NOVIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/KW)	ENERGÍA (USD/KWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
CATEGORÍA RESIDENCIAL			
NIVEL TENSIÓN BAJA Y MEDIA TENSIÓN			
0-50		0,078	
51-100		0,081	
101-150		0,083	
151-200		0,090	
201-250		0,096	
251-300		0,103	
301-350		0,103	
351-500		0,103	1,414
501-700		0,1285	
701-1000		0,1450	
1001-1500		0,1709	
1501-2500		0,2752	
2501-3500		0,4360	
Superior		0,6812	
RESIDENCIAL TEMPORAL			
		0,1285	1,414

Figura 3. Cargo Tarifario CNEL Guayas – Los Ríos - Año 2014

CARGOS TARIFARIOS			
JUNIO - NOVIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/KW)	ENERGÍA (USD/KWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
CATEGORÍA RESIDENCIAL			
NIVEL TENSIÓN BAJA Y MEDIA TENSIÓN			
0-50		0,078	
51-100		0,081	0,300 kWh/mes
101-150		0,083	1,414
151-200		0,090	301-600 kWh/mes
201-250		0,096	2,825
251-300		0,103	601-1000 kWh/mes
301-350		0,103	4,240
351-500		0,103	1001 - Sup. kWh/mes
501-700		0,1285	7,066
701-1000		0,1450	
1001-1500		0,1709	
1501-2500		0,2752	
2501-3500		0,4360	
Superior		0,6812	
RESIDENCIAL TEMPORAL			
		0,1285	

Figura 4. Cargo Tarifario Empresa Eléctrica Guayaquil – Año 2014

CARGOS TARIFARIOS			
ENERO - DICIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/KW)	ENERGÍA (USD/KWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
CATEGORÍA RESIDENCIAL			
NIVEL TENSIÓN BAJA Y MEDIA TENSIÓN			
0-50		0,078	
51-100		0,081	
101-150		0,083	
151-200		0,090	
201-250		0,097	
251-300		0,099	
301-350		0,099	
351-500		0,099	1,414
501-700		0,1285	
701-1000		0,1450	
1001-1500		0,1709	
1501-2500		0,2752	
2501-3500		0,4360	
Superior		0,6812	
RESIDENCIAL TEMPORAL			
		0,1285	1,414

Figura 5. Cargo Tarifario Empresa Eléctrica Quito – Año 2014

6. Implementación del Software

El software se implementó con la finalidad de presentar un entorno amigable al auditor, donde solo se llenaran secciones puntuales para facilitar la auditoría y el cálculo en dólares del consumo de energía, como se detalla a continuación.

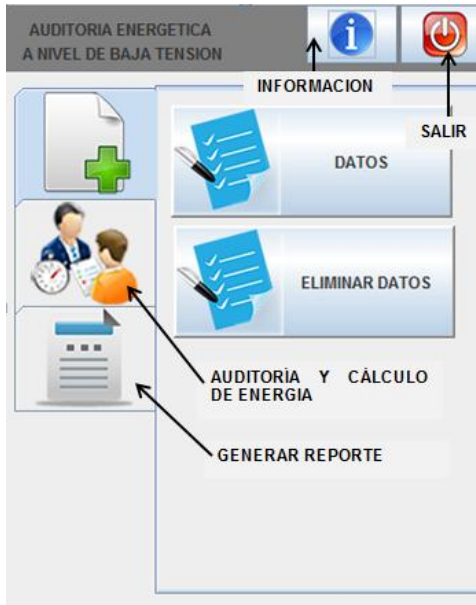


Figura 6. Pestaña de Inicio

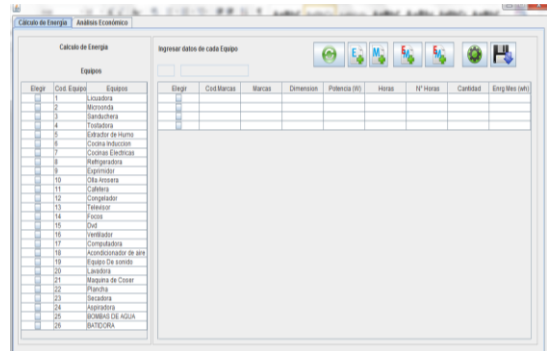


Figura 9. Pestañas para Análisis Económico y Cálculo de Energía.

6.1. Comprobación de resultados

Para determinar el correcto funcionamiento del software, realizaremos la verificación del siguiente ejemplo de una residencia.

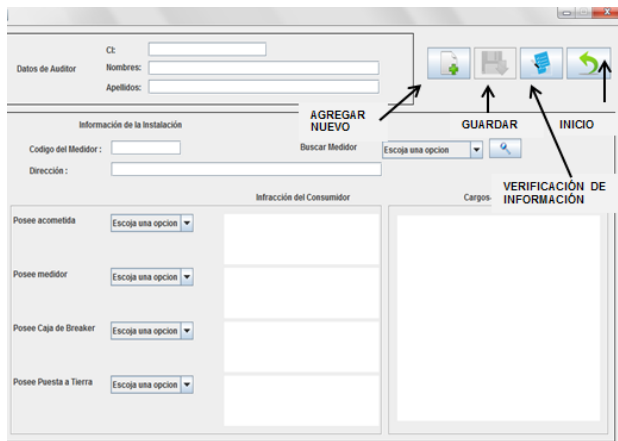


Figura 7. Pestaña Llenado de datos

Tabla 4. Circuitos Ramales y Protección de una residencia.

Panel	Circuitos Ramales				Disyuntor		Fot. Instalada
nombre	nombre	conductor	voltios	fases	Amp	Polos	vatios
PD - 1	A-1	2#12 TW	120	A	20	1P	900
	A-2	2#12 TW	120	B	20	1P	1000
3 hilos 120/240	A-3	2#12 TW	120	A	20	1P	800
	A-4	2#12 TW	120	B	20	1P	700
	T-1	2#12TW-1 #14TW	120	A	20	1P	750
	T-2	2#12TW-1 #14TW	120	B	20	1P	1050
	T-3	2#12TW-1 #14TW	120	A	20	1P	1200
	T-4	2#12TW-1 #14TW	120	B	20	1P	900
	T-5	2#12TW-1 #14TW	120	A	20	1P	1350
	T-6	2#12TW-1 #14TW	120	B	20	1P	600
	T-7	2#12TW-1 #14TW	120	A	20	1P	800
	T-8	2#12TW-1 #14TW	120	B	20	1P	600
	T-9	2#12TW-1 #14TW	120	A	20	1P	600
	T-10	2#8TW-1# 10TW	120	B	40	1P	3500
	T-11	2#8TW-1# 10TW	120	A	40	1P	3500
	T-12	2#10-1#12 -1#14TW	220	AB	30	2P	1200
T-14	2#10-1#12 -1#14TW	220	AB	30	2P	1200	
POTENCIA TOTAL							20650

Tabla 5. Cálculo de carga y protecciones seleccionadas.

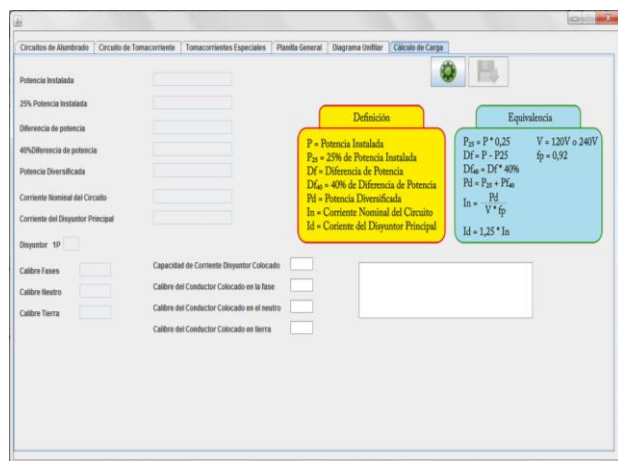


Figura 8. Pestañas para Auditoría Energética – Cálculo de Carga.

Potencia instalada	20550,000
25% de Potencia Instalada opera al 100%	5137,500
75% de Potencia Instalada opera al 40%	6165,000
Potencia Diversificada	11302,500
Corriente de carga	55,842
Corriente del disyuntor	69,803
El disyuntor principal colocado deberá tener un amperaje mayor a 70A y tener los siguientes calibres en los conductores 2Fases#4+1Neutro#6+Tierra#6 TW	

Ingresando estos datos en el software obtenemos los siguientes resultados.

Figura 10. Planilla General de la Instalación

Como se puede observar los valores de potencia instalada calculados son exactamente igual, ahora se presentara el cálculo de carga para comparar resultados.

Figura 11. Calculo de Carga de la Instalación

El software calcula un interruptor de 70 A para la protección principal, calibres de fases conductor AWG #4 y conductor de neutro y tierra AWG #6 obteniendo resultados iguales a los teóricos.

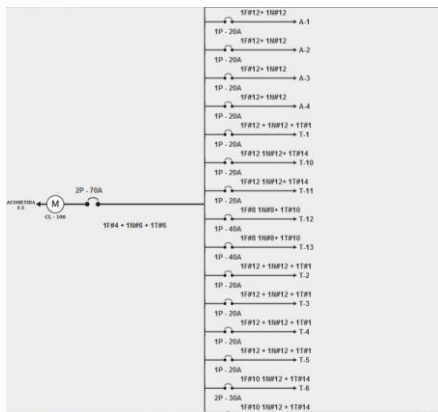


Figura 12. Diagrama Unifilar de la Instalación

Para el cálculo de la energía procederemos de la misma manera con un ejemplo verificaremos los resultados del valor a pagar del consumo de energía.

En la tabla a continuación se presenta los electrodomésticos típicos utilizados en una residencia de clase media – baja.

Tabla 6. Consumo de una Residencia Típica De Clase Media - Baja

Iluminarias y Equipos	Ubicación en la Vivienda	Número de Iluminarias y Equipos	Potencia (W)	Horas diaria de uso	Energía Consumida (Wh)
Iluminarias	Cocina	1	9	4	36
	Comedor	1	9	4	36
	Sala	2	9	3	54
	Baño de visita	1	9	1	9
	Baño dormitorios	2	9	1	18
	Dormitorio Principal	1	9	2	18
Televisor	Sala	1	113	2	226
	Dormitorio Principal	1	113	4	452
	Dormitorio	1	113	2	226
Refrigeradora	Cocina	1	230	8	1840
	Cocina	1	350	0,25	87,5
Plancha	Dormitorio	1	1000	0,5	500

Con los valores presentados en la tabla 6, procedemos a realizar el cálculo con el cargo tarifario de la Empresa Eléctrica de Guayaquil, resultando:

La energía eléctrica diaria será la suma de la energía de todos los electrodomésticos de la tabla 5.

Energía Eléctrica Diaria Consumida = **3520.5 [Wh]**
 Energía Eléctrica Mensual Con. = **105.615 [KWh]**

Para representarlo económicamente utilizamos el método explicado en el punto 5

Consumo en Dólares= \$ 8.42
 Comercialización= \$ 1.414
 Subsidio Cruzado= \$ 0.492
 Total de Servicio Eléctrico= \$ 10.326
 Total de Alumbrado Público= \$ 0.689
 Tasa de Recolección de Basura= \$ 1.23
 Contribución Bomberos= \$ 1.59
 Total a Pagar en la Planilla = \$ 13.835

Figura 13. Ingreso de datos de la tabla 6

En la figura 13 se observa el ingreso de los datos presentados en la tabla 6 para el cálculo aproximado del costo de la energía consumida.

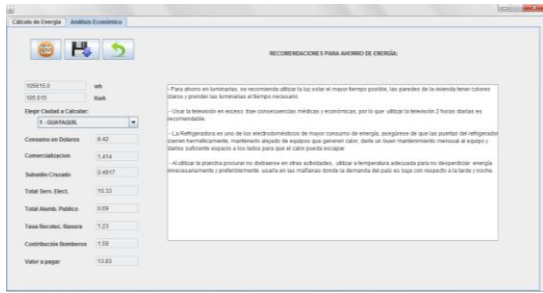


Figura 14. Análisis Económico

Como se observa en la figura 14 el valor a pagar por el consumo de energía es de \$13.83 al igual que el valor calculado previamente con los valores de la tabla 6, además de recomendaciones prácticas para el ahorro de energía.

7. Conclusiones

- 1) El software permite el diseño del sistema eléctrico de una residencia con su respectivo cálculo de carga y diagrama unifilar, solo con llenar los campos de las pestañas solicitadas en el ingreso de datos.
- 2) El software maneja un ambiente amigable para ser utilizado por personas sin conocimientos sólidos de diseño eléctrico.
- 3) Después de realizar el cálculo estimado del valor de la energía consumida, el software recomendará el número de horas de uso de ciertos equipos para disminuir el consumo mensual.
- 4) Por medio de un reporte se conocerá las infracciones y la penalización respectiva para el usuario que no cumpla con el reglamento, además de mostrar los resultados de la auditoría y el cálculo del consumo de energía.

8. Recomendaciones

- 1) Se recomienda el uso del software para un análisis energético eficaz y rápido de una vivienda, con la opción de cálculo de energía se puede concientizar a los usuarios para disminuir su consumo, debido a que este ahorro se reflejara en su planilla con una disminución de costo en dólares, aumentado de esta manera el interés de reducir costos por el usuario.

9. Referencias

[1] National Fire Protection Association, NEC (National Electrical Code), 2011 Edition

[2] Empresa Eléctrica del Ecuador, Normas de Acometidas, Cuartos de Transformadores y Sistemas de Medición para el Suministro de Electricidad (NATSIM), 2004

[3] Enríquez Harper, El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales, Editorial Limusa 1998

[4] Modelo de Contrato para la Prestación de Servicio Público de Energía Eléctrica a los Consumidores, CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD, (CONELEC), http://www.conelec.gov.ec/normativa_detalle.php?cd_norm=578