

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE FUGAS ENERGÉTICAS EN
APARATOS ELECTRÓNICOS EN SISTEMAS
ELÉCTRICOS RESIDENCIALES DE LA CIUDAD DE
MORELIA, MICHOACÁN**

Facultad de Ingeniería Eléctrica

TESIS

**Que para obtener el Título de
INGENIERO ELECTRICISTA**

**Presenta
Edgar Iván Soto Estela**

**Asesor de Tesis
Dr. Antonio Ramos Paz**

**Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Diciembre del 2008**

Agradecimientos

Quiero agradecer a mis padres por apoyarme en mi formación como ingeniero electricista, así como a mis hermanos que no hicieron nada pero también me dieron palabras de aliento. Por supuesto también a mi Asesor de tesis Antonio Ramos Paz, que dedico parte de su tiempo a la ayuda de la creación de esta tesis, y a todos los profesores que estuvieron a cargo de mi formación académica.

Dedicatoria

Dedicado a mis padres, sin ellos no estaría en donde ahora estoy.

Resumen

La utilización cada vez más cotidiana de la energía eléctrica conlleva dos grandes retos para los ingenieros, por un lado diseñar sistemas eficientes para su generación y por otro lado minimizar el impacto económico y ambiental que están asociadas con las centrales generadoras de energía eléctrica. Sin embargo pocas ocasiones el ingeniero busca detectar los desperdicios que se hacen de la energía eléctrica en uno de los principales centros de consumo, que son los hogares.

El presente trabajo muestra la cuantificación de los desperdicios de energía eléctrica en los hogares relacionados con los aparatos electrónicos domésticos como: televisores, estéreos, hornos de microondas, etc. que durante su periodo de inactividad tienen encendido algún tipo de indicador, tal como un led, un display, etc.

Contenido

Agradecimientos	ii
Dedicatoria.....	iii
Resumen.....	iv
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Tablas	x
Lista de Símbolos y Abreviaturas	xi
 CAPÍTULO 1.....	 1
Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Justificación	2
1.4 Metodología	2
1.5 Contenido de la Tesis.....	3
 CAPÍTULO 2.....	 4
Estadísticas del Sector Energético del País.....	4
2.1 Introducción	4
2.2 Capacidad efectiva de generación.....	4
2.3 Principales centrales de CFE en operación.....	5
2.4 Usuarios de energía eléctrica del país	6
2.5 Ventas internas de energía eléctrica en el país	8
2.6 Tipos de tarifas.....	10
2.7 Precios medios de la energía eléctrica	11

2.8 Consumo de combustibles	12
2.9 Proyectos de generación en proceso de construcción	12
CAPÍTULO 3.....	15
Conceptos Básicos e Instrumentos de Medición.	15
3.1 Introducción	15
3.2 Unidades eléctricas	15
3.3 Unidades Sistema Internacional (SI)	15
3.4 Resistencia, capacitancia e inductancia	16
3.5 Mecanismos básicos de los medidores	17
3.6 Calibración de los medidores.....	17
3.7 Patrones principales y medidas absolutas	17
3.8 Sensibilidad de los instrumentos.....	18
3.9 Galvanómetro.....	18
3.9.1 Galvanómetro D'Arsonval de bobina móvil.....	18
3.9.2 Galvanómetro de hierro móvil.	19
3.10 Imanes.	20
3.11 Aplicación de los galvanómetros:	20
3.11.1 Amperímetro.	20
3.11.2 Voltímetro.	21
3.11.3 Óhmetro.	22
3.11.4 Wattmetro	22
3.12 Multímetro (MOV).	23
3.12.1 Multímetros Digitales.	25
3.13 Generalidades.....	25
CAPÍTULO 4.....	27
Decisiones Estadísticas	27
4.1 Introducción	27
4.2 Decisiones estadísticas.....	27

4.3 Hipótesis estadística.....	27
4.3.1 Hipótesis nula	27
4.3.2 Hipótesis alternativa	28
4.4 Contrastes de hipótesis y significación, o reglas de decisión	28
4.5 Errores de tipo I y de tipo II.....	28
4.6 Nivel de significación	28
4.7 Pequeñas muestras	29
4.8 t de Student	29
4.9 Intervalos de confianza	30
4.9.1 Ejemplo	32
CAPÍTULO 5.....	34
Casos de Estudio y Análisis de Resultados	34
5.1 Introducción	34
5.2 Aparatos seleccionados.....	34
5.3 Mediciones por aparato.....	34
5.4 Promedios	35
5.5 Niveles de confianza.....	36
5.6 Impacto en la red eléctrica suministradora	37
5.7 Impacto ecológico.....	39
5.8 Impacto económico.....	40
5.9 Propuestas de ahorro.....	41
CAPÍTULO 6.....	43
Conclusiones y Recomendaciones.....	43
6.1 Conclusiones.....	43
6.2 Recomendaciones	44

ANEXOS	45
REFERENCIAS.....	46

Lista de Figuras

Figura 2.1 Miles de usuarios de energía eléctrica en el país	8
Figura 2.2 Ventas internas de energía eléctrica	9
Figura 3.1 Multímetro analógico	24
Figura 3.2 Galvanómetro D'Arsonval	19
Figura 3.3 Partes del galvanómetro.	20
Figura 3.4 Colocación del Amperímetro	21
Figura 3.5 Colocación del Voltímetro	22
Figura 4.1 Distribución t -Student	30

Lista de Tablas

Tabla 2.1	Capacidad efectiva de generación en mega – watts hasta Mayo del 2008	4
Tabla 2.2	Principales centrales en operación de CFE	5
Tabla 2.3	Usuarios de energía eléctrica del país (miles de usuarios)	7
Tabla 2.4	Ventas internas de energía eléctrica en el país gigawatts - hora.....	8
Tabla 2.5	Tarifas específicas.....	10
Tabla 2.6	Tarifas generales	10
Tabla 2.7	Precios medios de la energía eléctrica (centavos x kw).....	11
Tabla 2.8	Consumo de combustibles	12
Tabla 2.9	Proyectos en proceso de construcción hasta el 2010	13
Tabla 3.1	Unidad, Descripción y Símbolo de las unidades eléctricas básicas.....	16
Tabla 5.1	Potencia consumida por aparato (watts)	35
Tabla 5.2	Promedios de los electrodomésticos	35
Tabla 5.3	Niveles de confianza	36
Tabla 5.4	Suma de límites de niveles de confianza en watts	37
Tabla 5.5	Mega-joules y pesos con diferentes periodos de inactividad de los aparatos en el bimestre tomando en cuenta 100,000 usuarios de energía eléctrica.....	37
Tabla 5.6	Usuarios de consumo domestico en Morelia, Michoacán y el país entero	38
Tabla 5.7	Energía y costo.....	38
Tabla 5.8	Toneladas de carbón por bimestre.	39
Tabla 5.9	Toneladas de Carbón y toneladas de CO ₂	40
Tabla 5.10	Costo al gobierno por bimestre	41

Lista de Símbolos y Abreviaturas

V	Voltaje
A	Ampere
W	Watts
Ω	Ohms
J	joule
N	Newton
K	kilo
M	mega
G	giga
<i>m</i>	metros
<i>Hz</i>	hertz
t	tiempo
H	Henrio
C	Coulomb
F	Faradio
R	resistencia
s	segundo

Para estadística

<i>N</i>	Número de muestras
μ	Media poblacional
$\bar{X}$	Media muestral
<i>s</i>	Desviación típica
x_i	i-ésima muestra

CAPÍTULO 1

Introducción

1.1 Antecedentes

El uso de la electricidad ha revolucionado la vida del ser humano. El hombre a través de diversos dispositivos transforma la energía del sol, de los vientos, de las caídas de agua, interna de la tierra, en electricidad y esta a su vez es transformada en: calor, luz, sonido, imágenes, movimiento, etc. El ser humano continuamente busca nuevas formas de utilizar la energía eléctrica con el objeto de satisfacer sus necesidades cada vez más cambiantes. Desafortunadamente, la energía eléctrica no siempre se utiliza en forma eficiente. El calentamiento en los conductores eléctricos es un ejemplo de un desperdicio en la energía eléctrica. En particular en los hogares, en la industria, en las escuelas, las oficinas, etc. se tienen diversos aparatos que funcionan por medio de la electricidad, tales como: la televisión, el radio, los teléfonos, las computadoras, etc. Muchos de estos aparatos, aún estando en estado de inactividad, consumen energía eléctrica debido a que tienen encendido algún tipo de indicador, display, reloj, etc., los cuáles no necesariamente son indispensables durante su estado de inactividad, de aquí han surgido varias iniciativas para el ahorro de energía como por ejemplo el horario de verano, donde se busca ahorrar energía con tan sólo mover una hora en cierta temporada del año. También se ha dado la iniciativa entre las empresas para que creen dispositivos de menor consumo de energía eléctrica ayudando así a los usuarios y al sector energético. Todo esto ha funcionado de una manera muy notable, pero aún con esos ahorros de energía existe un gran desperdicio que no es muy notorio pero si bastante significativo, que son los aparatos electrodomésticos en sus estados de inactividad.

1.2 Objetivos

Cuantificar mediante técnicas estadísticas de muestras pequeñas, la energía promedio desperdiciada en los hogares por el uso de los aparatos más comunes en las viviendas (como lo son: estéreos, reproductores de dvd, hornos de microondas, televisores y monitores de computadora), que consumen energía durante sus periodos de inactividad.

1.3 Justificación

Los desperdicios de energía eléctrica se ven reflejados en la necesidad construcción de nuevas instalaciones generadoras y por lo tanto en el uso de combustibles fósiles, como también el aprovechamiento de otros elementos (agua, aire, etc.). Por tal motivo se realizará una cuantificación de la energía eléctrica desperdiciada en los hogares, por los aparatos eléctricos más comunes en las mismas, también la aplicación de una serie de recomendaciones que tienen como consecuencia el ahorro de energía, así como un alto impacto ambiental.

1.4 Metodología

- 1) Realizar una revisión de los conceptos básicos sobre mediciones de potencia eléctrica en sistemas eléctricos residenciales.
- 2) Recopilar datos del sistema eléctrico actual, como lo es: número de usuarios, distribución de ventas, etc.
- 3) Seleccionar una muestra pequeña de casas habitación residenciales en la ciudad de Morelia Michoacán, y sus alrededores.
- 4) Realizar mediciones de la potencia consumida en 5 aparatos eléctricos comunes en casas habitación en zonas residenciales de la ciudad de Morelia Michoacán y alrededores.
- 5) Realizar un análisis estadístico de una muestra pequeña con el objeto de estimar las perdidas totales de potencia eléctrica debido a fugas eléctricas.
- 6) Analizar los datos obtenidos.

7) Proponer medidas tendientes a minimizar las fugas de energía ocasionada por aparatos electrodomésticos.

1.5 Contenido de la Tesis

En el Capítulo uno se hace una introducción al desperdicio de la energía eléctrica específicamente en aparatos de uso doméstico incluyendo sus antecedentes, y la forma en que se desarrolla la presente tesis.

En el Capítulo dos se muestran las estadísticas del sector energético actual, tomando en cuenta, el número de usuarios en el sector doméstico, las plantas que los suministran, etc. Así como costos actuales (Mayo del 2008) de la energía eléctrica.

En el Capítulo tres se analiza de manera detallada los conceptos básicos sobre mediciones eléctricas, y el funcionamiento de los instrumentos utilizados.

En el Capítulo cuatro se presenta el método estadístico utilizado para la presente tesis, así como un informe detallado de cómo funciona.

En el Capítulo cinco se procedió a realizar mediciones físicas y reportar los resultados arrojados, además de que se hace un análisis estadístico de los mismos, incluyendo en estos un impacto económico, ecológico y eléctrico.

En el Capítulo seis se encuentran las conclusiones y recomendaciones para trabajos futuros.

CAPÍTULO 2

Estadísticas del Sector Energético del País.

2.1 Introducción

El presente capítulo muestra las estadísticas principales de la industria eléctrica del país, tales como: el número de usuarios, las ventas internas, los precios medios, futuras inversiones en el área de generación de energía eléctrica, etc.

2.2 Capacidad efectiva de generación

México genera electricidad por medio de 6 tipos de centrales eléctricas: hidroeléctricas, termoeléctricas, carboeléctricas, nucleoeeléctricas, geotermoeléctricas y eoloeléctricas.

La principal forma de producir energía eléctrica en el país es por medio de la quema de hidrocarburos, en las centrales termoeléctricas. La capacidad efectiva de generación eléctrica, esta dividida en las diferentes formas de producirla, estas están desglosadas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Capacidad efectiva de generación en mega – watts hasta Mayo del 2008¹

Años	Hidro-eléctrica	Termo-eléctrica	PEE's	Carbo-eléctrica	Núcleo-eléctrica	Geotermo-eléctrica	Eolo-eléctrica	Total
1999	9,618	21,327	0	2,600	1,368	750	2	35,666
2000	9,619	21,772	484	2,600	1,365	855	2	36,697
2001	9,619	22,639	1,455	2,600	1,365	838	2	38,519
2002	9,615	23,264	3,495	2,600	1,365	843	2	41,184
2003	9,615	23,264	6,756	2,600	1,365	960	2	44,561
2004	10,530	23,830	7,265	2,600	1,365	960	2	46,552
2005	10,536	22,820	8,251	2,600	1,365	960	2	46,533
2006	10,566	23,017	10,387	2,600	1,365	960	2	48,897
2007	11,343	23,218	11,457	2,600	1,365	960	85	51,029
2008	11,343	23,291	11,457	2,600	1,365	965	85	51,106

¹ Datos obtenidos de la pagina oficial de CFE

De la Tabla 2.1 se destaca la gran capacidad de generación de energía eléctrica de las plantas termoeléctricas y el poco desarrollo que existe en la generación eólica, el acrónimo PEE's se refiere a los productores externos de energía, que se aprecia ha crecido de tal forma que constituye un poco más que la generación hidroeléctrica, o la mitad de la generación termoeléctrica.

2.3 Principales centrales de CFE en operación

CFE es el suministrador de energía eléctrica del país (México), y este cuenta con una gran cantidad de infraestructura para poder proporcionar la energía eléctrica necesaria para mantener al día al país. La Tabla 2.2 nos muestra las principales centrales generadoras de CFE así como la tecnología utilizada.

Tabla 2.2 Principales centrales en operación de CFE ordenadas por capacidad.

Central	Tecnología	Estado	No. De unidades	Capacidad MW	Generación
Chicoacén (Manuel Moreno Torres)	Hidroeléctrica	Chiapas	8	2,400	3,378
Tuxpan (Adolfo López Mateos)	Termoeléctrica	Veracruz	7	2,263	9,779
Petacalco (Plutarco Elías Calles)	Dual	Guerrero	6	2,100	13,375
Tula (Francisco Pérez Ríos)	Termoeléctrica	Hidalgo	11	1,989	9,991
Carbón II	Carboeléctrica	Coahuila	4	1,400	8,762
Laguna Verde	Nucleoeléctrica	Veracruz	2	1,365	10,420
Presidente Juárez	Termoeléctrica	Baja California	11	1,026	621
Manzanillo (Manuel Álvarez Moreno)	Termoeléctrica	Colima	4	1,200	4,452
Río Escondido (José López Portillo)	Carboeléctrica	Coahuila	4	1,200	9,337
Malpaso	Hidroeléctrica	Chiapas	6	1,080	2,420
Infiernillo	Hidroeléctrica	Guerrero	6	1,000	3,350
Huinalá I y II	Termoeléctrica	Nuevo León	8	968	3,716

Aguamilpa Solidaridad	Hidroeléctrica	Nayarit	3	960	1,642
Angostura (Belisario Domínguez)	Hidroeléctrica	Chiapas	5	900	1,394
Salamanca	Termoeléctrica	Guanajuato	4	866	2,608
Altamira	Termoeléctrica	Tamaulipas	4	800	981
Cerro Prieto	Geotermo eléctrica	Baja California	13	720	5,592
Manzanillo II	Termoeléctrica	Colima	2	700	3,954
Villa de Reyes	Termoeléctrica	San Luis Potosí	2	700	3,115
Puerto Libertad	Termoeléctrica	Sonora	4	632	2,556
Mazatlán II (José Aceves Pozos)	Termoeléctrica	Sinaloa	3	616	2,958
Caracol (Carlos Ramírez Ulloa)	Hidroeléctrica	Guerrero	3	600	1,043
El Sauz	Termoeléctrica	Querétaro	7	601	2,294
El Encino (Chihuahua II)	Termoeléctrica	Chihuahua	4	554	4,301
Samalayuca II	Termoeléctrica	Chihuahua	6	522	3,982
Río Bravo (Emilio Portes Gil)	Termoeléctrica	Tamaulipas	4	520	428
Guaymas II (Carlos Rodríguez R.)	Termoeléctrica	Sonora	4	484	1,778
Dos Bocas	Termoeléctrica	Veracruz	6	452	2,759
Huites (Luis Donaldo Colosio)	Hidroeléctrica	Sinaloa	2	422	1,109
Peñitas	Hidroeléctrica	Chiapas	4	420	1,235
Francisco Villa	Termoeléctrica	Chihuahua	5	300	1,026
Topolobampo II (Juan de Dios Bátiz)	Termoeléctrica	Sinaloa	3	360	1,890
Temascal	Hidroeléctrica	Oaxaca	6	354	1,292
Lerdo (Guadalupe Victoria)	Termoeléctrica	Durango	2	320	1,686
Samalayuca	Termoeléctrica	Chihuahua	2	316	1,004
Valladolid (Felipe Carillo Puerto)	Termoeléctrica	Yucatán	5	295	874
Otras Centrales	----	----	349	6,992	26,403
T O T A L			529	38,397	157,506

Datos obtenidos de CFE

2.4 Usuarios de energía eléctrica del país

La Tabla 2.3 nos muestra los usuarios de energía eléctrica del país que se han registrado cada año.

Tabla 2.3 Usuarios de energía eléctrica del país (miles de usuarios)²

Años	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	T o t a l
1999	20,236	2,367	116	92	106	0.5	22,917
2000	21,055	2,492	123	94	117	0.5	23,881
2001	21,872	2,622	131	97	128	0.6	24,851
2002	22,784	2,751	139	99	139	0.6	25,912
2003	23,692	2,864	145	102	151	0.6	26,954
2004	24,615	2,966	152	105	165	0.6	28,003
2005	25,484	3,056	158	107	180	0.7	28,986
2006	26,348	3,121	164	110	196	0.7	29,940
2007	27,476	3,250	162	113	212	0.7	31,213
2008 (mayo)	27,990	3,302	164	114	218	0.7	31,789

En la Tabla 2.3 se muestra como el número de usuarios domésticos han ido creciendo notablemente y si esta tendencia sigue, se predice que irán creciendo aun más. De la Tabla 2.3 se desprende la Figura 2.1 siguiente:

² Datos obtenidos de la página oficial de la Secretaría de Energía.

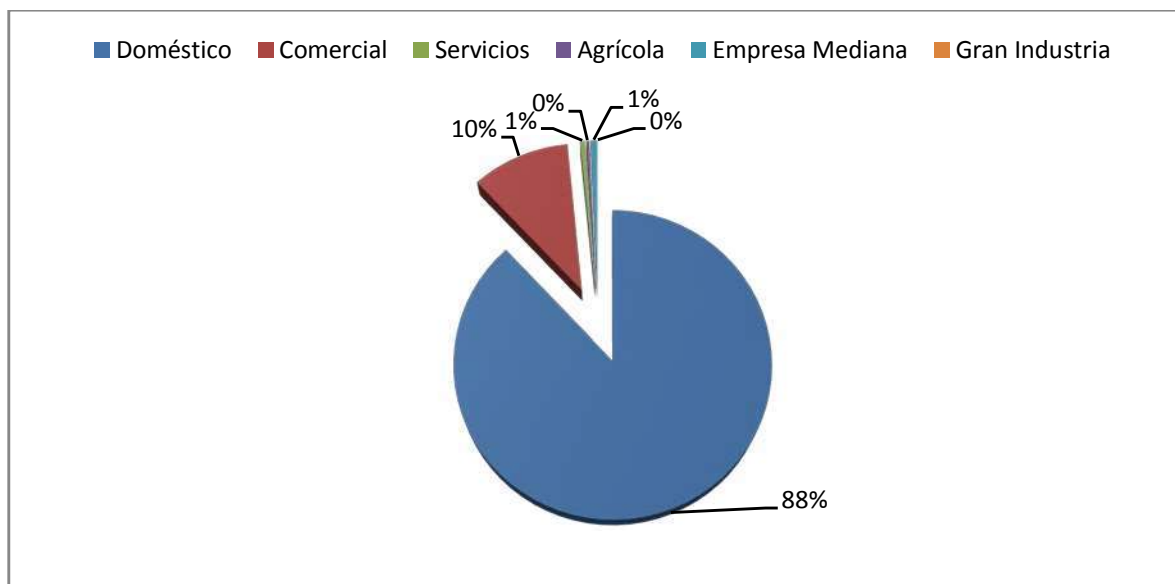


Figura 2.1 Miles de usuarios de energía eléctrica en el país

Claramente se aprecia una gran diferencia entre el número de usuarios domésticos, y las demás, además de que este número seguirá creciendo notablemente, estos datos no significan que el nivel domestico tenga la mayor cantidad de consumo, pero si una notable participación.

2.5 Ventas internas de energía eléctrica en el país

La Tabla 2.4 se encuentra un desglose por año a partir de 1999 hasta el año del 2007, de las ventas internas de energía eléctrica del país en gigawatts – hora.

Tabla 2.4 Ventas internas de energía eléctrica en el país gigawatts - hora³

Años	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria	T o t a l
1999	33,370	10,964	5,432	7,997	49,446	37,788	144,996
2000	36,128	11,691	5,873	7,901	53,444	40,311	155,349
2001	38,344	12,185	5,954	7,463	54,722	38,535	157,204
2002	39,032	12,528	6,057	7,644	55,776	39,166	160,203
2003	39,861	12,825	6,132	7,338	56,874	37,355	160,384

³ Datos obtenidos de la página oficial de la Secretaría de Energía.

2004	40,748	12,928	6,274	6,968	59,165	37,464	163,547
2005	42,531	13,007	6,431	8,067	61,921	37,799	169,757
2006	44,452	13,229	6,577	7,959	65,266	37,887	175,371
2007	45,835	13,408	6,789	7,804	67,799	38,833	180,469

En la Tabla 2.4 se aprecia que contrario a la Tabla 2.3, las ventas no son máximas en nivel doméstico, pero son equiparables a la suma de la gran industria más las de servicios, en la Figura 2.2 se tiene una mejor perspectiva.

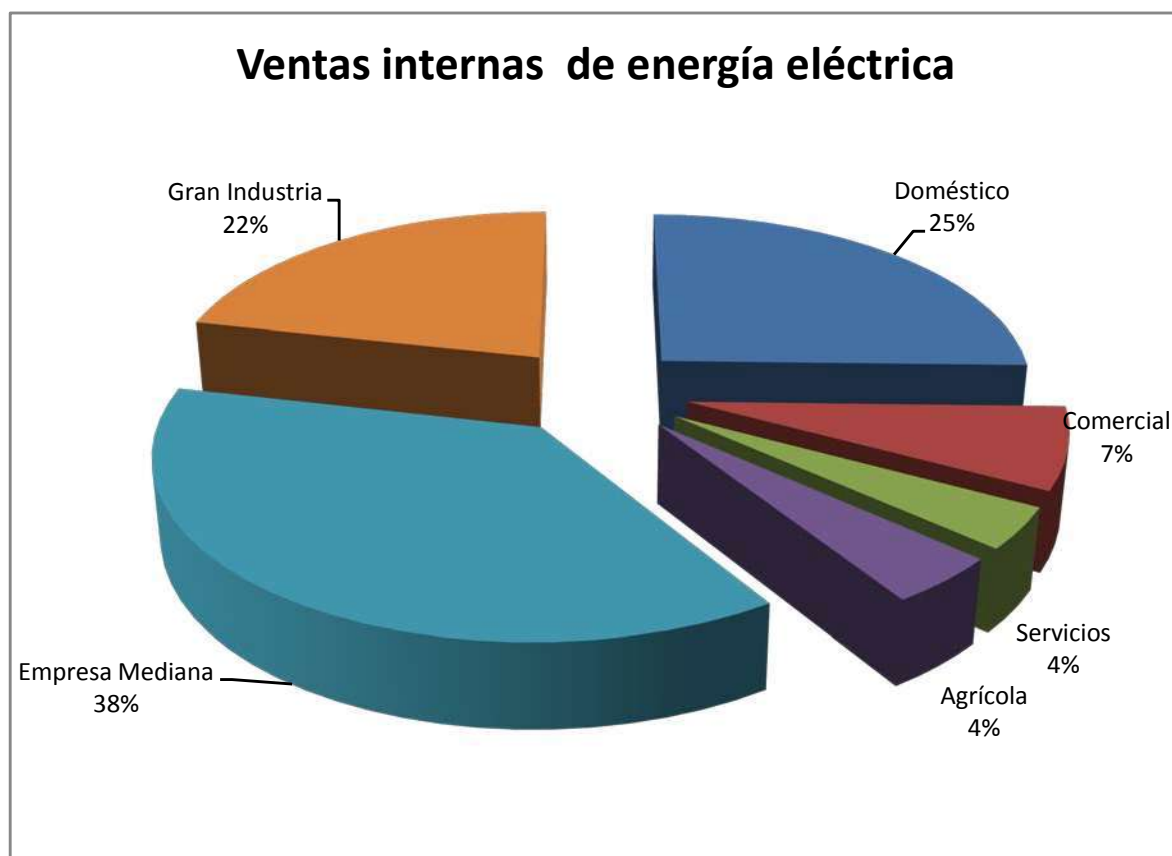


Figura 2.2 Ventas internas de energía eléctrica

La Figura 2.2 muestra que el 25% de las ventas que realiza CFE son destinadas al sector doméstico, lo que supera en un 3% a la gran industria y supera en un 11% a la suma de los sectores comercial, de servicios y agrícola.

2.6 Tipos de tarifas

De lo que corresponde a tarifas, podemos destacar que nuestra compañía suministradora de energía eléctrica, maneja diferentes tarifas por kilowatt-hora (kw-h)), dependiendo del lugar, tipo de consumo, etc. de las que podemos destacar las siguientes:

Tabla 2.5 Tarifas específicas⁴

Tarifas específicas	
Domésticas	1 1A 1B 1C 1D 1E 1F Cuotas mensuales autorizadas
Domésticas de alto consumo	DAC Cuotas mensuales autorizadas
Servicios públicos	5 5-A 6 Cuotas mensuales autorizadas
Agrícolas	9 9M 9-CU 9-N Cuotas mensuales autorizadas
Temporal	7 Cuotas mensuales autorizadas
Acuícola	EA

Tabla 2.6 Tarifas generales⁵

Tarifas generales	
En baja tensión	2 3 Cuotas mensuales autorizadas
En media tensión	O-M H-M H-MC Cuotas mensuales autorizadas
En alta tensión	HS HS-L HT HT-L Cuotas mensuales autorizadas
Servicio de respaldo	HM-R HM-RF HM-RM HS-R HS-RF HS-RM HT-R HT-RF HT-RM

⁴ Datos obtenidos de la página oficial de CFE.

⁵ Datos obtenidos de la página oficial de CFE.

Servicio interrumpible	Cuotas mensuales autorizadas	
	I-15	I-30 Cuotas mensuales autorizadas

Como podemos observar la categoría que se ocupa cae dentro de tarifas específicas, domésticas. La tarifa utilizada en casas habitación es la de tipo 1. Esta tarifa se aplica exclusivamente a todos los servicios que son de uso domésticos y que las cargas no sean consideradas de alto consumo, de acuerdo a lo establecido en la tarifa DAC, este servicio será en baja tensión, de donde se obtiene que el consumo básico tiene un precio de \$0.641 pesos por kilowatt-hora (Junio de 2008).

2.7 Precios medios de la energía eléctrica

Los precios medios de la energía eléctrica no son constantes y estos dependen de varios factores. En la Tabla 2.7 se presenta el desglose de las mismas.

Tabla 2.7 Precios medios de la energía eléctrica (centavos x kw-h)⁶.

Años	Doméstico	Comercial	Servicios	Agrícola	Empresa Mediana	Gran Industria
1999	49.27	118.32	93.16	25.73	52.38	35.36
2000	55.90	126.03	104.68	28.68	61.20	43.37
2001	60.74	130.37	113.05	31.33	62.67	44.25
2002	77.44	137.76	125.14	33.58	70.16	48.08
2003	84.59	161.48	134.05	36.41	84.86	60.23
2004	88.31	186.72	140.91	39.26	97.81	70.89
2005	92.01	205.44	148.02	43.60	106.45	77.84
2006	98.35	231.58	157.04	44.39	119.14	88.63
2007	101.65	239.27	166.02	47.75	123.55	90.68
2008						
Enero	118.12	253.32	171.79	53.00	132.44	99.81
Febrero	116.90	247.52	170.13	49.27	133.66	98.37
Marzo	113.66	250.50	170.03	47.95	135.39	100.91
Abril	111.77	235.94	170.89	46.31	137.64	106.72
Mayo	105.93	238.29	171.60	47.33	143.59	111.79

⁶ Datos obtenidos de la página oficial de CFE

La Tabla 2.7 nos muestra los precios medios, donde se observa que el menor precio lo tiene el sector agrícola, y donde los precios accesibles los tiene la industria debido a su alto consumo energético, y el sector domestico, gracias a la ayuda del gobierno.

2.8 Consumo de combustibles

Debido a que la principal forma de generación es por medio de las centrales termoeléctricas, se generó la Tabla 2.8 con las diferentes cantidades de combustibles que se gastaron en ese año para la producción de energía eléctrica.

Tabla 2.8 Consumo de combustibles⁷

Años	Combustóleo (Miles de Barriles)	Diesel (Miles de Barriles)	Carbón (Miles de Toneladas)	Gas Natural (Millones de Pies³)
1999	133,900	2,851	9,468	269,388
2000	144,017	4,087	9,630	322,058
2001	138,072	2,845	11,398	366,791
2002	118,818	2,262	12,179	350,657
2003	102,637	4,151	13,881	335,592
2004	95,919	2,362	11,489	310,857
2005	94,255	2,185	14,917	281,928
2006	75,668	2,354	14,697	307,520
2007	71,998	1,356	14,762	321,113

Cabe mencionar que se ha estado tratando de encontrar fuentes alternas de energía, como lo es la biomasa, energía solar, etc. para disminuir la emisión de dióxido de carbono, así como para ahorrar combustibles fósiles que están por agotarse.

2.9 Proyectos de generación en proceso de construcción

La Tabla 2.9 muestra las plantas planeadas para su construcción en los años próximos, así como su capacidad y el lugar donde se construirán las mismas.

⁷ Datos obtenidos de la página oficial de la Secretaría de Energía

Tabla 2.9 Proyectos en proceso de construcción hasta el 2010⁸

Modalidad / Proyecto	Ubicación	Tecnología	Capacidad Esperada (MW)			
			Total	2007	2009	2010 2010
PEE's			450		450	
CCC Norte	Durango	Ciclo Combinado	450		450	
Obra Pública Financiada			1,789		388	651 750
CC San Lorenzo Conversión de TG a CC	Puebla	Ciclo Combinado	116		116	
CCC Baja California	Baja California	Ciclo Combinado	272		272	
CCE Pacífico	Guerrero	Carboeléctrica	651			651
CH La Yesca	Nayarit	Hidroeléctrica	750			750
Presupuestal (LFC)			160	160		
Generación Distribuida	D.F. y Edo. de Méx.	Turbogas	160	160		
T o t a l			2,399	160	838	651 750

En general cabe destacar que los productores externos de energía al año de 1999, no tenían participación en el sector energético, sino hasta el año 2000 fue cuando comenzaron a hacerse notar, sobrepasando incluso a la energía eléctrica generado por las hidroeléctricas en tan solo 7 años, al igual que la energía eólica que creció considerablemente tomando en cuenta que al principio tan sólo producía 2 mega – watts, y ahora aportando 85 mega – watts.

Dentro del consumo domestico se resalta su creciente población, y que en años próximos crecerá aun más, este tipo de servicio es el más solicitado. Los usuarios de consumo doméstico superan en gran magnitud a todos los otros tipos de servicios, esto ocasiona que se ponga una gran atención en los principales centros de consumo, que son los

⁸ Datos obtenidos de la página oficial de CFE.

mismos, superados en ventas tan solo por la empresa mediana que tiene un 38% de ventas y las ventas de energía eléctrica domestica con un notable 25% del consumo.

Las plantas de mayor producción de energía eléctrica actualmente en el país de México son las termoeléctricas, donde se queman combustibles fósiles y sus derivados. El principal producto de consumo en las centrales termoeléctricas es el gas natural, siguiéndole el combustóleo, después el carbón y finalmente el diesel. Esto no significa que sólo este tipo de centrales sean las que producen energía eléctrica para nuestro país, ya que están las hidroeléctricas, carboeléctricas, nucleoeléctricas, etc. Pero las termoeléctricas son las de principal aportación para el sector energético.

CAPÍTULO 3

Conceptos Básicos e Instrumentos de Medición.

3.1 Introducción

Los instrumentos eléctricos de medición miden e indican magnitudes eléctricas, tales como: corriente, carga, potencial y energía, o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacitancia y la inductancia. Además que permiten localizar las causas de una operación defectuosa en aparatos eléctricos en los cuales, como es bien sabido, no es posible apreciar su funcionamiento en una forma visual, como en el caso de un aparato mecánico.

La información que suministran los instrumentos de medición eléctrica se da normalmente en una unidad eléctrica estándar: ohms, volts, amperes, coulombs, henrios, faradios, watts o joules.

3.2 Unidades eléctricas

Unidades empleadas para medir cuantitativamente toda clase de fenómenos electrostáticos y electromagnéticos, así como las características electromagnéticas de los componentes de un circuito eléctrico. Las unidades eléctricas empleadas en técnica y ciencia se definen en el Sistema Internacional de Unidades. Sin embargo, se siguen utilizando algunas unidades más antiguas.

3.3 Unidades Sistema Internacional (SI)

La unidad de intensidad de corriente en el Sistema Internacional de Unidades es el ampere. La unidad de carga eléctrica es el coulomb, que es la cantidad de electricidad que pasa en un segundo por cualquier punto de un circuito por el que fluye una corriente de 1 ampere.

El volt es la unidad SI para diferencia de potencial y se define como la diferencia de potencial que existe entre dos puntos cuando es necesario realizar un trabajo de 1 joule para mover una carga de 1 coulomb de un punto a otro. La unidad de potencia eléctrica es el watt, y representa la generación o consumo de 1 joule de energía eléctrica por segundo. A partir de aquí se desprende la Tabla 3.1.

Tabla 3.1 Unidad, Descripción y Símbolo de las unidades eléctricas básicas

UNIDAD	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO
Ampere	Intensidad de corriente	A
Coulomb	Cantidad de electricidad que pasa en un segundo	C
Volt	Diferencia de potencial que existen entre dos puntos	V
Watt	Consumo de un joule de energía eléctrica por segundo (unidad de potencia eléctrica)	w
Joule	el trabajo realizado por la fuerza de 1 newton en un desplazamiento de 1 metro	J
newton	La fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s^2 a un objeto cuya masa es de 1 kg.	N

3.4 Resistencia, capacitancia e inductancia

Todos los componentes de un circuito eléctrico exhiben en mayor o menor medida una cierta resistencia, capacitancia e inductancia. La unidad de resistencia comúnmente usada es el ohm, que es la resistencia de un conductor en el que una diferencia de potencial de 1 volt produce una corriente de 1 ampere. La capacidad de un condensador se mide en faradios: un capacitor de 1 faradio tiene una diferencia de potencial entre sus placas de 1 volt cuando éstas presentan una carga de 1 coulomb. La unidad de inductancia es el henrio. Una bobina tiene una autoinductancia de 1 henrio cuando un cambio de 1 ampere/segundo

en la corriente eléctrica que fluye a través de ella provoca una fuerza electromotriz opuesta de 1 volt.

Dado que todas las formas de la materia presentan una o más características eléctricas es posible tomar mediciones eléctricas de un número ilimitado de fuentes.

3.5 Mecanismos básicos de los medidores

Por su propia naturaleza, los valores eléctricos no pueden medirse por observación directa. Por ello se utiliza alguna propiedad de la electricidad para producir una fuerza física susceptible de ser detectada y medida. Por ejemplo, en el galvanómetro, el instrumento de medida inventado hace más tiempo, la fuerza que se produce entre un campo magnético y una bobina inclinada por la que pasa una corriente produce una desviación de la bobina. Dado que la desviación es proporcional a la intensidad de la corriente se utiliza una escala calibrada para medir la corriente eléctrica. La acción electromagnética entre corrientes, la fuerza entre cargas eléctricas y el calentamiento causado por una resistencia conductora son algunos de los métodos utilizados para obtener mediciones eléctricas analógicas.

3.6 Calibración de los medidores

Para garantizar la uniformidad y la precisión de las medidas los medidores eléctricos se calibran conforme a los patrones de medida aceptados para una determinada unidad eléctrica, como el ohm, el ampere, el volt o el watt.

3.7 Patrones principales y medidas absolutas

Los patrones principales del ohm y el ampere se basan en definiciones de estas unidades aceptadas en el ámbito internacional y basadas en la masa, el tamaño del conductor y el tiempo. Las técnicas de medición que utilizan estas unidades básicas son precisas y reproducibles. Por ejemplo, las medidas absolutas de amperes implican la utilización de una especie de balanza que mide la fuerza que se produce entre un conjunto de bobinas fijas y una bobina móvil. Estas mediciones absolutas de intensidad de corriente y diferencia de potencial tienen su aplicación principal en el laboratorio, mientras que en la mayoría de los casos se utilizan medidas relativas.

3.8 Sensibilidad de los instrumentos

La sensibilidad de un instrumento se determina por la intensidad de corriente necesaria para producir una desviación completa de la aguja indicadora a través de la escala. El grado de sensibilidad se expresa de dos maneras, según se trate de un amperímetro o de un voltímetro.

En el primer caso, la sensibilidad del instrumento se indica por el número de amperes, miliamperes o microamperes que deben fluir por la bobina para producir una desviación completa. Así, un instrumento que tiene una sensibilidad de 1 miliampere, requiere un miliampere para producir dicha desviación, etcétera. En el caso de un voltímetro, la sensibilidad se expresa de acuerdo con el número de ohms por volt, es decir, la resistencia del instrumento. Para que un voltímetro sea preciso, debe tomar una corriente insignificante del circuito y esto se obtiene mediante alta resistencia. La precisión no garantiza la exactitud aunque la exactitud necesita de la precisión.

3.9 Galvanómetro.

Básicamente, todos los instrumentos que requieran de un medio de interpretación de características físicas usan un galvanómetro. Este lo diseñó el francés Arsen D'Arsonval en 1882 y lo llamó así en honor del científico italiano Galvani. En esencia, el medidor es un dispositivo que consta de un imán permanente y una bobina móvil.

3.9.1 Galvanómetro D'Arsonval de bobina móvil

Funciona con base en el efecto electromagnético. El medidor de bobina móvil consta de una bobina de alambre muy fino devanado sobre marco de aluminio ligero. Un imán rodea a la bobina y el marco de aluminio está montado sobre pivotes que posibilitan que gire libremente, junto con la bobina, entre los polos del imán permanente, como se muestra en la Figura 3.2. Cuando hay corriente en la bobina, ésta se magnetiza y su polaridad es tal que el campo del imán permanente la repele. Esto hace que el marco de la bobina gire sobre el pivote y cuánto lo haga depende de la cantidad de corriente que circule por la bobina. Así, al calibrar la aguja puede medirse la cantidad de corriente.

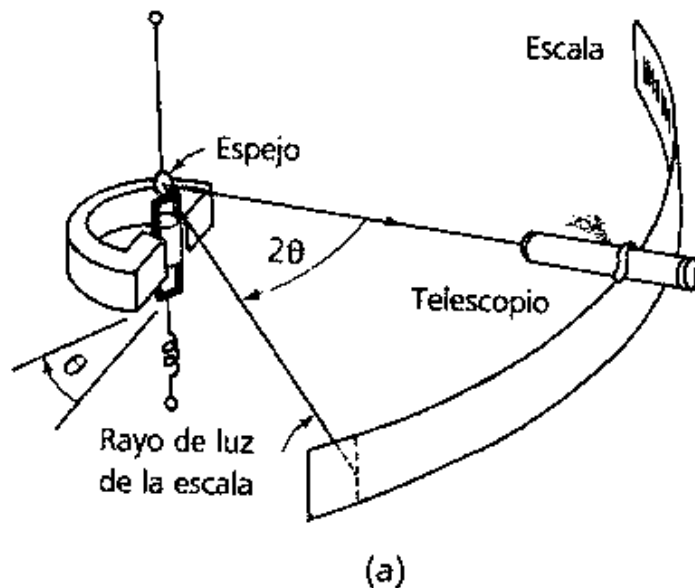


Figura 3.1 Galvanómetro D'Arsonval

3.9.2 Galvanómetro de hierro móvil.

Cuando dos barras del mismo material se colocan paralelas y se introducen en un campo magnético, ambas se imantarán con las mismas polaridades, lo que origina que entre ellas se produzca una fuerza de repulsión. Este fenómeno se aplica a esta variación del galvanómetro. Existen tres tipos que usan este principio: Galvanómetro de paleta radial, Galvanómetro de alabes concéntricos y Galvanómetro de émbolo. Todos los tipos de galvanómetros contienen básicamente todos estos elementos de la Figura 2.3:

- 1) Imán permanente o imán temporal.
- 2) Bobina móviles.
- 3) Aguja indicadora.
- 4) Escala en unidades según tipos de lecturas.
- 5) Pivotes.
- 6) Cojinetes.
- 7) Resortes.
- 8) Pernos de retención.
- 9) Tornillo de ajuste cero.

10) Mecanismo de amortiguamiento.

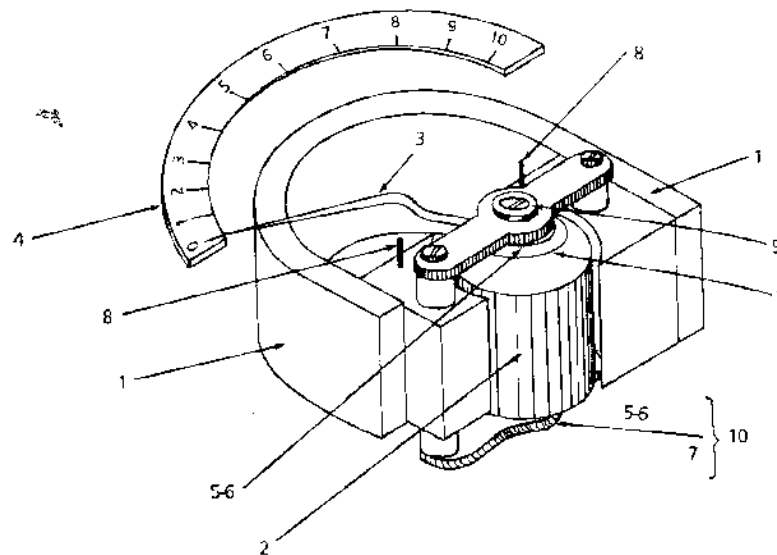


Figura 3.2 Partes del galvanómetro.

3.10 Imanes.

Uno de los efectos más familiares y más usados de la corriente eléctrica es su facultad de producir la fuerza que se le llama magnetismo. Esta fuerza es la que posibilita la operación de motores, generadores, instrumentos de medida eléctricos, equipos de comunicación, etcétera.

3.11 Aplicación de los galvanómetros:

3.11.1 Amperímetro.

El amperímetro es una aplicación natural del galvanómetro. Normalmente la bobina del galvanómetro se construye con alambre muy delgado y hasta un máximo de vueltas, lo que origina sus limitaciones. Los amperímetros se dividen por su capacidad de medición en: Amperímetro (amperes), Miliamperímetros (milésimas de amperes), Micro amperímetros (millonésimas de amperes).

Pero aun dentro de cualquiera de estas capacidades tendrán limitaciones debido al método con que se construye. Por lo que es necesario ampliar su rango de operación y respuesta. Existirá una corriente máxima que podrá circular por él sin destruirse. Esta corriente se denomina corriente de fondo de escala, de plena escala o máxima permisible ya que es la que lleva la aguja al extremo de la escala.

La bobina y las terminales de conexión presentan una resistencia eléctrica muy baja (pero no cero). El error típico es de aproximadamente 1 % del valor a fondo escala.

Colocación en un circuito.

Un amperímetro siempre se coloca en serie en el circuito como en la Figura 3.4.

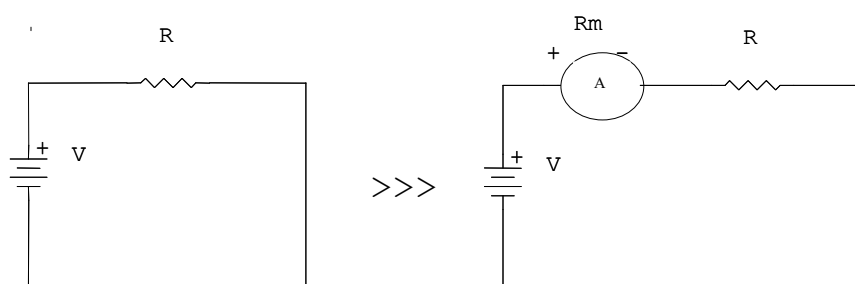


Figura 3.3 Colocación del Amperímetro

Donde:

R_m = resistencia interna del amperímetro.

Amperímetro ideal.

Un amperímetro ideal es aquel que posee resistencia interna cero.

Ampliación de la escala de medición.

Una resistencia derivada o “shunt” permite desviar parte de la corriente a medir. El instrumento mide solo una porción de la corriente total, siempre menor a su corriente máxima permisible.

3.11.2 Voltímetro.

Un medidor básico, o sea un galvanómetro, es útil también para medir voltajes, ya que la bobina tiene una resistencia fija y por lo tanto cuando fluye corriente a través de la bobina ocurre una caída de tensión en esta resistencia. Según la ecuación de ohm, la caída

de tensión será proporcional a la corriente que fluye a través de la bobina. La colocación en un circuito es la que se muestra en la Figura 3.5

Un voltímetro siempre se coloca en paralelo

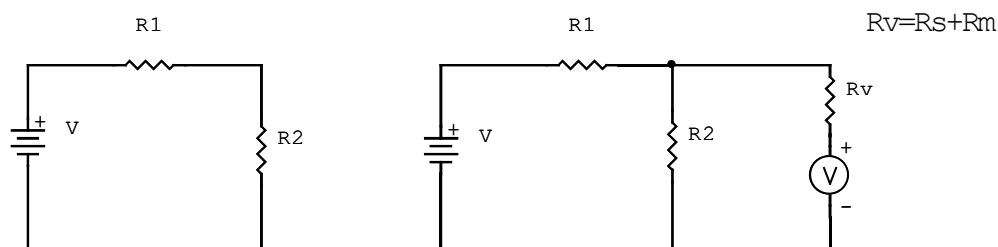


Figura 3.4 Colocación del Voltímetro

Donde:

R_m = resistencia interna del amperímetro.

R_s = resistencia serie del amperímetro.

3.11.3 Óhmetro.

El óhmetro es un dispositivo de medición muy importante, ya que ayuda a localizar circuitos abiertos o cortocircuitos midiendo la resistencia del componente o circuito bajo prueba.

Básicamente, el óhmetro contiene una fuente de baja corriente (galvanómetro) continua, una fuente de baja tensión y baja potencia, resistores limitadores de corriente, todos conectados en serie, y una resistencia variable para compensar el decaimiento de la fuente; esta resistencia es la que se denomina control de ajuste a cero ohms.

3.11.4 Wattmetro

El wattmetro es un instrumento para medir la potencia consumida por una carga en un circuito. En los tradicionales de aguja, contenían dos bobinados, uno se conectaba en paralelo a la carga (muestreo de tensión o voltaje) y el otro en serie (muestreo de corriente). Ubicadas estas bobinas convenientemente en una disposición mecánica, se lograba obtener una fuerza proporcional al producto de ambos parámetros y esto desplazaba la aguja. La potencia eléctrica es proporcional al producto de la tensión aplicada a una carga por la

corriente que circula por el mismo (en corriente alterna, se debe considerar la correspondencia de fase de ambos parámetros, porque el wattmetro mide potencia "activa", salvo que sea específicamente hecho para medir potencia "aparente", de muy raro uso). Hoy existen wattmetros digitales, que no contienen bobinas, pero sí, circuitos de muestreo de voltaje y corriente.

3.12 Multímetro (MOV).

El amperímetro, el voltímetro, y el óhmetro utilizan el galvanómetro D'Arsonval. La diferencia entre los 3 es el circuito utilizado con el movimiento básico. Es por lo tanto obvio que se puede diseñar un instrumento para realizar las tres funciones de medición; este dispositivo, tiene un interruptor de función que selecciona el circuito apropiado al galvanómetro D'Arsonval y es llamado comúnmente multímetro o medidor-volt-ohm-miliampere (MOV), la construcción de un multímetro analógico se representa en la Figura 3.5.

Uno de los instrumentos de propósitos más versátiles, capaz de medir voltajes de CD y CA, corriente y resistencia, es el multímetro electrónico de estado sólido o MOV. Aunque los detalles del circuito varían de un instrumento a otro, un multímetro electrónico generalmente contiene los siguientes elementos:

- Amplificador de CD de puente – equilibrado y medidor indicador.
- Atenuador de entrada o interruptor de rango, para limitar la magnitud del voltaje de entrada al voltaje deseado.
- Sección de rectificación para convertir el voltaje de CA de entrada en voltaje de CD proporcional.
- Batería interna y un circuito adicional para proporcionar la capacidad para medir resistencias.
- Interruptor de FUNCIÓN, para seleccionar las distintas funciones de medición del instrumento.
- Además el instrumento suele incluir una fuente de alimentación para su operación con la línea de CA y, en la mayoría de los casos, una batería para operarlo como instrumento portátil de prueba.

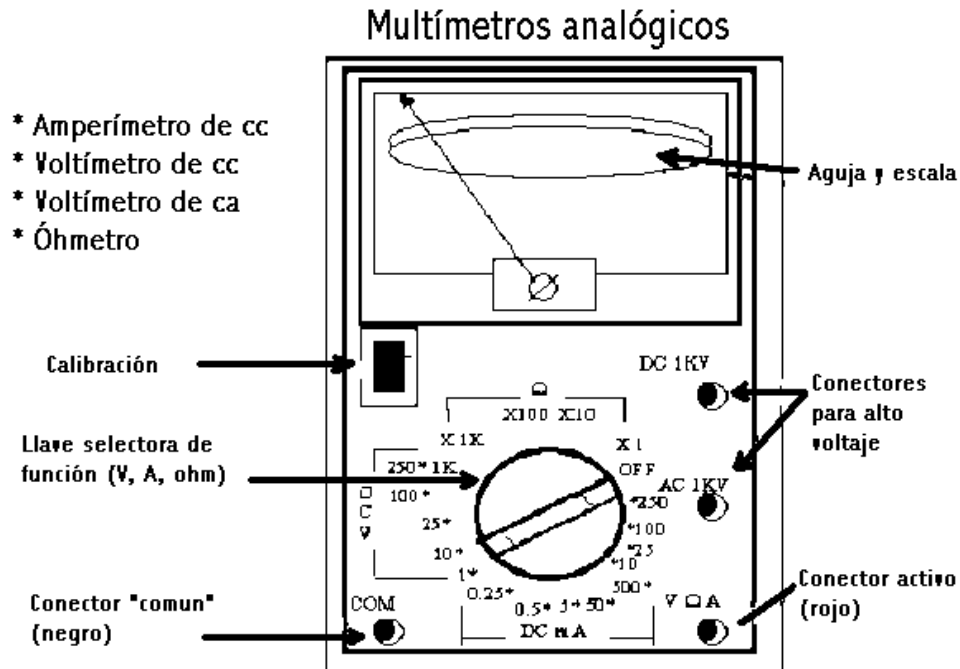


Figura 3.5 Multímetro analógico

Los multímetros analógicos son instrumentos de laboratorio y de campo muy útiles y versátiles, capaces de medir voltaje (en CD y CA), corriente, resistencia, ganancia de transistor, caída de voltaje en los diodos, capacitancia e impedancia. Se les llama por lo general multimeters (en inglés se les llama VOM, volt ohm milliammeters).

En últimas fechas se han ampliado y mejorado las posibilidades de funcionamiento de esos medidores se ha aumentado en forma considerable sus posibilidades y su exactitud. Los multímetros digitales han tomado el lugar de los multímetros con movimientos de D'Arsonval por dos razones principales: mejor exactitud y eliminación de errores de lectura. Sin embargo con frecuencia se agrega una escala analógica en la escala digital para dar una indicación visual de entradas que varían con el tiempo. La posibilidad de observar la indicación del medidor en forma analógica es muy importante cuando se estén localizando fallas en sistemas de instrumentación, por ejemplo, la rapidez con que cambia una variable, al igual que su magnitud, pueden dar indicaciones valiosas en muchas situaciones de localización de problemas.

3.12.1 Multímetros Digitales.

La mayoría de los multímetros digitales se fabrican tomando como base ya sea un convertidor A/D de doble rampa o de voltaje a frecuencia, con ajuste de rango. Para dar flexibilidad para medir voltajes en rangos dinámicos más amplios con la suficiente resolución, se emplea un divisor de voltaje para escalar el voltaje de entrada.

Para lograr la medición de voltajes de CA, se incluye un rectificador en el diseño del medidor. Las corrientes se miden haciendo que el voltímetro digital determine la caída de voltaje a través de una resistencia de valor conocido y exacto. Aunque el valor de una resistencia se puede especificar con mucha exactitud, hay cierto error adicional debido al cambio de resistencia como función del efecto de calentamiento de la corriente que pasa a través de ella.

El voltímetro digital se convierte en óhmetro cuando se incluye en él una fuente muy exacta de corriente. Esta fuente circula corriente a través de la resistencia que se mide y el resto de los circuitos del voltímetro digital monitorea la caída de voltaje resultante a través del electo. La fuente de corriente es exacta sólo para voltajes menores que el voltaje de escala completa del voltímetro digital. Si la resistencia que se mide es demasiado grande, la corriente de prueba de la fuente de poder disminuirá.

Muchos multímetros digitales son instrumentos portátiles de baterías. Algunos se diseñan con robustez para permitirles soportar los rigores de las mediciones de campo. Otros poseen características tales como operación de sintonización automática de rango (lo cual significa que el medidor ajusta de manera automática sus circuitos de medición para el rango de voltaje, corriente o resistencia).

3.13 Generalidades

Como se mostro en el presente capítulo, las principales unidades utilizadas son el Volt, el Ampere y el Watt, de aquí que se opto por construir aparatos exclusivos para la medición de estas unidades, como se menciono anteriormente, en general tienen un forma de construcción muy parecida, la diferencia radica por ejemplo en el amperímetro del voltímetro, en la forma de la disposición de la resistencia utilizada, en uno es en serie y el otro en paralelo, mientras que el wattmetro es una combinación de ambos aparatos. La forma mas común hasta hace unos años, era el analógico, que actualmente se esta

sustituyendo por digitales, estos son mas precisos pero en algunas aplicaciones es mejor contar con un multímetro analógico, ya que en este se puede apreciar de mejor manera la fluctuación del parámetro a medir deseado.

Una parte muy importante de estos aparatos es su sensibilidad, ya que de esta depende de cuanto pueden llegar a sensar mínimamente, por ejemplo: si su sensibilidad esta del grado de los amperes, no alcanzara a sensar el orden de los microamperes o miliamperes, que en algunas ocasiones esto es lo que se esta buscando, por tal motivo el usuario de los aparatos siempre debe de saber que es lo que necesita medir o que parámetros va a ocupar.

CAPÍTULO 4

Decisiones Estadísticas

4.1 Introducción

En este capítulo se describe ampliamente la técnica estadística utilizada para poder realizar la proyección. Se hace también una comparación de las diferentes técnicas que se podrían utilizar para realizar las mediciones.

4.2 Decisiones estadísticas

En la práctica nos vemos obligados a tomar decisiones relativas a una población sobre la base de información proveniente de muestras. Tales decisiones se llaman “decisiones estadísticas”. Por ejemplo podemos querer decidir, basados en datos muestrales, si un método pedagógico es mejor que otro, o si una moneda esta trucada o no.

4.3 Hipótesis estadística

Al intentar alcanzar una decisión, es útil hacer hipótesis sobre la población implicada, que puede ser o no ciertas, se llaman hipótesis estadísticas. Son en general enunciados acerca de las distribuciones de probabilidad de las poblaciones.

4.3.1 Hipótesis nula

En muchos casos formulamos una hipótesis estadística con el único fin de rechazarla o invalidarla. Así si queremos decidir si una moneda esta trucada, formulamos la hipótesis de que la moneda es buena. Análogamente si deseamos decidir si un proceso es mejor que otro, formulamos la hipótesis que no hay diferencia entre ellos, tales hipótesis se suelen llamar hipótesis nula y se denotan por H_0 .

4.3.2 Hipótesis alternativa

Toda hipótesis que difiere de una dada se llamara hipótesis alternativa. Por ejemplo si una hipótesis es que $p=0.5$, hipótesis alternativas podrían ser $p=0.7$, $p \neq 0.5$ o $p > 0.5$. Una hipótesis alternativa a la hipótesis nula se denota por H_1 .

4.4 Contrastes de hipótesis y significación, o reglas de decisión

Si suponemos que una hipótesis particular es cierta pero vemos que los resultados hallados en una muestra aleatoria difieren notablemente de los esperados bajo tal hipótesis, entonces diremos que las diferencias observadas son significativas y nos veríamos inclinados a rechazar la hipótesis. Así, si en 20 tiradas de una moneda salen 16 caras, estaríamos inclinados a rechazar la hipótesis de que la moneda es buena, aunque cabe destacar que podríamos equivocarnos.

Los procedimientos que nos capacitan para determinar si las muestras observadas difieren significativamente de los resultados esperados, y por tanto nos ayudan a decidir si aceptamos o rechazamos hipótesis, se llama “contrastes (o test) de hipótesis” o “de significación” o “reglas de decisión”.

4.5 Errores de tipo I y de tipo II

Si rechazamos una hipótesis cuando debería ser aceptada, diremos que se ha cometido un error de tipo I. Por otra parte, si aceptamos una hipótesis que debería ser rechazada, diremos que se ha cometido un error de tipo II. En ambos casos se ha producido un juicio erróneo.

Para que las reglas de decisión sean buenas deben diseñarse de modo que minimicen los errores de la decisión. En la práctica, un tipo de error puede ser más grave que el otro, y debe alcanzarse un compromiso que disminuya el error mas grave. La única forma de disminuir ambos a la vez es aumentar el tamaño de la muestra, que no siempre es posible

4.6 Nivel de significación

Al contrastar una cierta hipótesis, la máxima probabilidad con la que estamos dispuestos a correr el riesgo de cometer un error de tipo I se llama “nivel de significación al

contraste”. Esta probabilidad, denotada a menudo por α , se suele especificar antes de tomar la muestra, de manera que los resultados obtenidos no influyan en nuestra elección.

En la práctica, es frecuente encontrar un nivel de significación de 0.05 ó 0.01, si bien se usan otros valores.

4.7 Pequeñas muestras

El estudio de la distribución de muestreo de estadísticos para pequeñas muestras se llama “teoría de pequeñas muestras”. Sin embargo un nombre mas apropiado seria teoría exacta del muestreo pues sus resultados son válidos tanto para pequeñas muestras como para grandes. Tomando en cuenta que se consideran pequeñas muestras cuando $N < 30$.

4.8 t de Student

Primero que nada definiremos que es el “ t de Student”: Procedimiento estadístico basado en la hipótesis de que las respuestas de una población distribuida de manera uniforme son equivalentes a las de una población reducida de la misma clase.

La distribución- t o distribución t de Student es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño. Ésta es la base del popular test de la t de Student para la determinación de las diferencias entre dos medias muestrales y para la construcción del intervalo de confianza para la diferencia entre las medias de dos poblaciones.

La distribución t surge, en la mayoría de los estudios estadísticos prácticos, cuando la desviación típica de una población se desconoce y debe ser estimada a partir de los datos de una muestra.

La t de Student viene dada por la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s} \sqrt{N - 1} = \frac{\bar{X} - \mu}{\hat{s} / \sqrt{N}} \quad (4.1)$$

Donde:

N = tamaño de muestra

μ = media

$\bar{X}$ = media muestral

s o $\hat{s}$ = desviación típica

De donde también podemos encontrar la distribución de muestreo, que se representa con la siguiente ecuación:

$$Y = \frac{Y_0}{\left(1 + \frac{t^2}{N-1}\right)^{N/2}} = \frac{Y_0}{\left(1 + \frac{t^2}{v}\right)^{(v+1)/2}} \quad (4.2)$$

Donde

Y_0 = constante que depende de N tal que el área total bajo la curva es uno.

v = número de grados de libertad

4.9 Intervalos de confianza

Al igual que en la distribución normal, se puede definir los intervalos de confianza usando la tabla de distribución t en el Apéndice A. De esta forma podemos estimar la media de la población dentro de límites especificados, como lo muestra la figura siguiente:

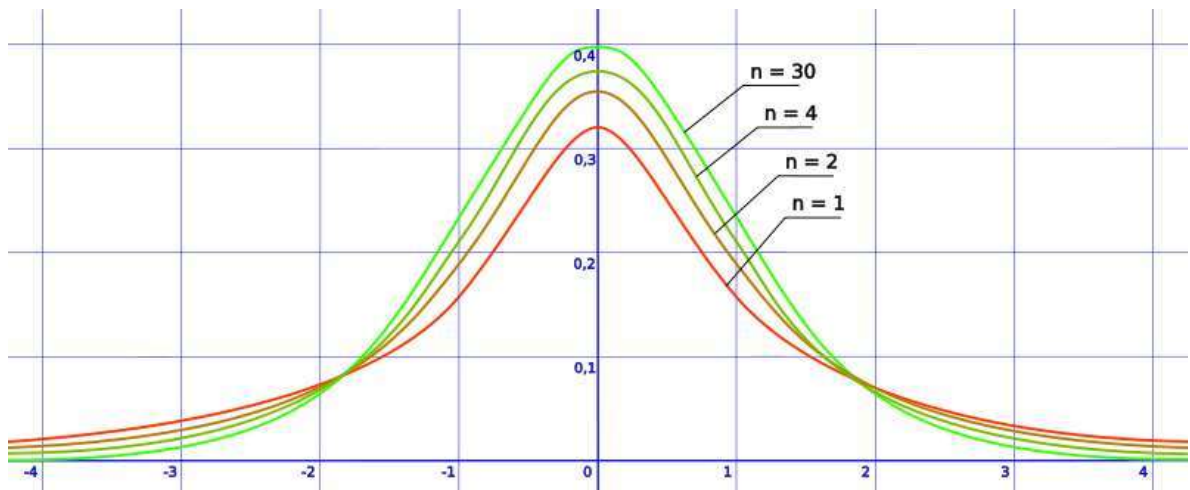


Figura 4.1 Distribución t-Student

En general, podemos representar límites de confianza para medias poblacionales por:

$$\bar{X} \pm t_c \frac{s}{\sqrt{N-1}} \quad (4.3)$$

Donde $\pm t_c$ llamados valores críticos o coeficientes de confianza, dependen del nivel de confianza deseado y del tamaño de la muestra. Por ejemplo: si $-t_{.975}$ y $t_{.975}$ son los valores de t para los que el 2.5% del área que esta en cada cola de la distribución t , entonces el intervalo de confianza 95% para t es:

$$-t_{.975} < \frac{\bar{X} - \mu}{s} \sqrt{N-1} < t_{.975}$$

De donde vemos que μ se estima que estará en el intervalo

$$\bar{X} - t_{.975} \frac{s}{\sqrt{N-1}} < \mu < \bar{X} + t_{.975} \frac{s}{\sqrt{N-1}}$$

Aquí podemos ver como tenemos el 95% de confianza (o sea probabilidad 0.95). Debido a que tenemos 2.5% de cada lado de la cola. De donde generalizando queda:

$$\bar{X} - t_c \frac{s}{\sqrt{N-1}} < \mu < \bar{X} + t_c \frac{s}{\sqrt{N-1}} \quad (4.4)$$

Para obtener la media muestral tenemos la siguiente formula:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (4.5)$$

La desviación estándar con la siguiente:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{X})^2}{N-1}} \quad (4.6)$$

4.9.1 Ejemplo

El siguiente ejemplo muestra la forma en que funciona este método, así como sus variaciones con los intervalos de confianza.

Una muestra de 10 medias de diámetro de una esfera dan una media de $\bar{X} = 4.38 \text{ cm}$ y una desviación típica de $s=0.06 \text{ cm}$. Hallar los límites de confianza (a) 95% y (b) 99% para el diámetro verdadero.

Respuesta:

- (a) Los límites de confianza 95% vienen dados por $\bar{X} \pm t_{.975} \left(\frac{s}{\sqrt{N-1}} \right)$. (0.975 dado que $1-0.95=.05$ 0.95 porque es el límite de confianza, y como esta distribuida en las 2 colas entonces $0.05/2=0.025$, de aquí $1-0.025=0.975$)

Como $\nu = N-1 = 10-1 = 9$, encontramos en el “apéndice A” $t_{.975} = 2.26$ Entonces usando $\bar{X} = 4.38 \text{ cm}$ y $s = 0.06$, los requeridos límites de confianza 95% son $4.38 \pm 2.26 \left(\frac{0.06}{\sqrt{10-1}} \right) = 4.38 \pm 0.0452 \text{ cm}$. De aquí se observa que los límites son los siguientes:

$$4.335 \text{ cm.} < \mu < 4.425 \text{ cm.}$$

- (b) Los límites de confianza 99% vienen dados por $\bar{X} \pm t_{.995} \left(\frac{s}{\sqrt{N-1}} \right)$. (0.995 dado que $1-0.99=.01$ 0.99 porque es el límite de confianza, y como esta distribuida en las 2 colas entonces $0.01/2=0.005$, de aquí $1-0.005=0.995$)

Como $\nu = N-1 = 10-1 = 9$, encontramos en el “apéndice A” $t_{.995} = 3.25$ Entonces usando $\bar{X} = 4.38 \text{ cm}$ y $s = 0.06$, los requeridos límites de confianza 99% son

$4.38 \pm 3.25 \left(\frac{0.06}{\sqrt{10-1}} \right) = 4.38 \pm 0.065 \text{ cm.}$ De aquí se observa que los límites son los siguientes: $4.315 \text{ cm.} < \mu < 4.445 \text{ cm.}$

Claramente se observa que si el límite de confianza es amplio, entonces el rango donde pueden caer las siguientes medidas es también mayor. Así mismo se puede observar en la ecuación, que si la desviación típica es más grande, el rango también lo será. Esto quiere decir que es directamente proporcional el nivel de confianza con el rango posible, así como lo es la desviación típica con el rango posible.

Los límites de confianza para muestras pequeñas también pueden funcionar para muestras grandes, aplicando la distribución t de Student. Pero los métodos para muestras grandes no se pueden aplicar para muestras pequeñas. Todos estos métodos nos sirven para a través de una proyección ya sea de muestras pequeñas o muestras grandes, obtener un resultado válido dentro de un rango de confianza. Por ejemplo, en el caso de la presente tesis, se va a obtener el desperdicio de energía a nivel Morelia, Michoacán y el País, a través de muestras pequeñas (10 casas), esto teniendo una certeza del 90, 95 y 99% de que la proyección es correcta.

CAPÍTULO 5

Casos de Estudio y Análisis de Resultados

5.1 Introducción

En este capítulo se describe a detalle los costos que nos generan los aparatos electrodomésticos cuando están en su estado de inactividad, pero que aún están conectados a la red eléctrica. Así como un informe detallado de los aspectos importantes, adjuntamente un informe global de la energía que no se aprovecha. También se hace una proyección del total de energía desperdiciada, con los costos actuales (Junio 2008).

5.2 Aparatos seleccionados

Los aparatos fueron elegidos de acuerdo a su uso común en la vida cotidiana, no todos son aparatos de primera necesidad, pero son aparatos de uso común, dentro de los electrodomésticos que se investigaron, se encuentran los siguientes: televisores, hornos de microondas, estéreos, reproductores de DVD, así como monitores de computadoras, dentro de estos se puede destacar su diversidad de calidades, tamaños, modelos, etc. Esto debido a que en los hogares mexicanos, existe esta gran diversidad de elementos.

Estos aparatos destacan entre los demás por su facilidad para obtenerlos, en la actualidad conseguir uno o más de estos aparatos es tan sencillo, que sólo basta con acudir a cualquier supermercado, o tienda de electrodomésticos y solicitar un crédito, esto se ha hecho tan popular que cualquier vivienda en la actualidad cuenta con estos elementos.

5.3 Mediciones por aparato

La Tabla 5.1 muestra las diferentes mediciones registradas por los aparatos antes mencionados, estas fueron hechas en diferentes viviendas elegidas al azar, en diferentes puntos de Morelia, y sus alrededores.

Tabla 5.1 Potencia consumida por aparato (watts)

No. de medición	Aparatos				
	televisores	monitores	DVD's	estéreos	hornos
1	3.4900	1.1318	1.7045	6.8181	1.7454
2	3.9600	1.7590	1.7454	10.3414	1.7590
3	5.7727	5.1504	2.7090	11.9700	2.2860
4	8.7272	6.4654	4.0727	2.6333	2.8295
5	10.1865	6.9818	5.0931	20.3636	2.8636
6	11.7272	11.1409	5.2159	25.4659	2.9045
7	12.2100	11.6363	5.8318	28.8636	3.9772
8	13.8545	22.5136	6.9272	29.0909	4.6181
9	14.2045	53.9772	7.0363	29.3181	5.2772
10	14.6590	55.2960	8.6590	40.4090	7.0400

La tabla muestra los registros que se obtuvieron con los diferentes aparatos, para cada tipo de aparato se tomaron en cuenta diez aparatos diferentes de cada clase, y dentro de estos, también diferentes marcas, de las mas recurrentes fueron la Sony, Samsung, Panasonic, LG, y HP, También todos con diferentes características, como tecnología vieja diferencia de calidades, por esto claramente se nota un divergencia de resultados, dependiendo de los diferentes aparatos.

5.4 Promedios

La suma de las potencias por aparato, dividida entre el número de ellos, regresa el promedio de consumo de los diferentes electrodomésticos, que resulta la Tabla 5.2 siguiente:

Tabla 5.2 Promedios de los electrodomésticos en watts

aparato	promedio
Televisores	10.0803
Monitores	10.6480
DVD's	4.8289
Estéreos	19.7558
Hornos	3.3143

El promedio de los aparatos fue tomado en cuenta de tal forma que ayudara a encontrar los niveles de confianza donde se encuentran los diferentes valores posibles de la muestra.

5.5 Niveles de confianza

Para elaborar la Tabla 5.3 se extrajo la media muestral, la desviación estándar, y los diferentes niveles de confianza.

Tabla 5.3 Niveles de confianza

	$\bar{X}$	δ	nivel de confianza		
			90%	95%	99%
Televisores	10.0803	3.7101	7.4229	6.7638	5.1736
			12.7377	13.3967	14.9870
Monitores	10.6480	6.3743	5.2458	3.9060	0.6732
			16.0502	17.3901	20.6229
DVD's	4.8289	1.8922	3.4733	3.1371	2.3259
			6.1845	6.5207	7.3319
Estéreos	19.7558	10.2604	12.4060	10.5842	6.1864
			27.1048	28.9275	33.3252
Hornos	3.3143	1.1996	2.4551	2.2420	1.7278
			4.1736	4.3867	4.9009

Como se puede ver en la Tabla 5.3, la desviación estándar es mayor a la unidad, esto nos indica una dispersión de datos muy grande, esto debido a la diferencia de calidades, tamaños, marcas, etc. en los aparatos existentes en las diferentes viviendas visitadas.

La tabla anterior muestra como por ejemplo para el caso de las televisiones, los valores pueden fluctuar entre $7.42 < \mu < 12.73$, esto en watts, para un nivel de confianza del 90% y variar entre un $6.76 < \mu < 13.39$ para un nivel de confianza del 95%.

Como se puede notar en la Tabla 5.3, entre mayor sea el nivel de confianza, mayor será el rango donde se encontraran los valores de potencia por aparato, esto claramente proporciona mayor seguridad, pero para términos prácticos se utilizara un nivel de confianza del 90%, debido a que son los mas cercanos entre si y puede proporcionar una buen acercamiento al gasto real.

Si se suman los límites inferiores, superiores y los medios, de los niveles de confianza de cada electrodoméstico, nos muestra la Tabla 5.4 siguiente:

Tabla 5.4 Suma de límites de niveles de confianza en watts

Suma (watts)	
Mínimos	31.00
Medios	48.62
Máximos	66.25

Se observa en esta tabla que la dispersión de resultados es bastante grande, tanto que incluso la suma de los mínimos no es ni la mitad de la suma de los máximos, debido a esto se tomo la decisión de tomar la media de cada aparato y sumarlos, a partir de aquí se desarrollaron los siguientes apartados.

5.6 Impacto en la red eléctrica suministradora

Dentro de la red eléctrica nacional, este tipo de consumo tal vez no sea de gran impacto cuando no se hace un estudio minucioso, pero cuando muchas de estas pequeñas fugas se juntan, llegan a pesar dentro de la red, la Tabla 5.5 muestra el impacto en Mega watts que se consumen en un periodo de 1 bimestre, con diferentes periodos de inactividad de los aparatos (8, 16, 24 horas), tomando en cuenta 100,000 usuarios.

Tabla 5.5 Mega-joules y pesos con diferentes periodos de inactividad de los aparatos en el bimestre tomando en cuenta 100,000 usuarios de energía eléctrica

8 horas de inactividad			
	mínimos	medios	máximos
Mega-joules	5,357,520.85	8,402,844.06	11,448,167.27
Pesos	\$953,936.4	\$1,496,173.1	\$2,038,409.8
16 horas de inactividad			
	mínimos	medios	máximos
Mega-joules	10,715,041.70	16,805,688.12	22,896,334.54
Pesos	\$1,907,872.7	\$2,992,346.1	\$4,076,819.6
24 horas de inactividad			
	mínimos	medios	máximos
Mega-joules	16,072,562.56	25,208,532.18	34,344,501.81
Pesos	\$2,861,809.1	\$4,488,519.2	\$6,115,229.4

La Tabla 5.5 toma el límite inferior de los niveles de confianza, de cada uno de los aparatos, y a partir de ahí se proyectó para 100,000 usuarios (un número cerrado para tener una idea general), lo mismo se hizo con el límite superior y la media.

Como se muestra en la Tabla 5.5 el impacto ahora mostrado en pesos, es significativa, como se había predicho, si esto es proyectado en Morelia, el estado de Michoacán, y el país entero con el número de usuarios mostrados en la Tabla 5.6, se obtiene la Tabla 5.7, que muestra el número de usuarios domésticos, su consumo en Joules, así como su valor en pesos esto tomando en cuenta un periodo de inactividad de 10 y 12 horas, y un consumo medio (48.6275698 watts).

Tabla 5.6 Usuarios de consumo domestico en Morelia, Michoacán y el país entero

Localidad	Usuarios
Morelia	146,056
Michoacán	1,194,356
País	27,990,000

Tabla 5.7 Energía y costo

	Mega-joules		Pesos	
	10 horas	12 horas	10 horas	12 horas
Morelia	15,338,684	18,406,421	\$2,731,137.95	\$3,277,365.54
Michoacán	125,430,312	150,516,374	\$22,333,563.82	\$26,800,276.59
País	2,939,487,408	3,527,384,890	\$523,392,063.48	\$628,070,476.18

Para este análisis se tomaron en cuenta que la todos los hogares del estado de Michoacán, contaban por lo menos con estos 5 aparatos de uso común mencionados anteriormente, se llegó a esta conclusión al visitar al azar diferentes hogares en el municipio de Morelia, Michoacan, y notar que todos contaban con al menos uno de cada tipo de aparato (tv, dvd, horno de microondas, estéreo, monitor de computadora).

5.7 Impacto ecológico

Toda la energía que no es aprovechada se tiene que generar de igual manera que la energía que si se aprovecha, esto lleva a pensar que como se había dicho anteriormente, las principales fuentes de generación son las termoeléctricas (quema de combustibles), se tendría una mayor emisión de CO₂, que contaminaría el ecosistema, cada Gigawatt-hora producido por una Carboeléctrica, utiliza 1,479 toneladas de carbón, esto como se menciono anteriormente, produce un gran impacto al ambiente, porque cada kilogramo de carbón quemado nos produce 1.83 kilogramos de CO₂, y también a los bolsillos de los mexicanos, ya que si toda esa cantidad de carbón se utilizara para otros fines, por ejemplo para la venta a extranjeros, el país gozaría de una mejor posición económica. La Tabla 5.8, muestra la cantidad aproximada de carbón que se utilizaría para producir la energía desperdiciada por la cantidad de usuarios que existen en las diferentes localidades mencionadas, en un periodo de inactividad de 10 y 12 horas, esto con datos a Junio del 2008.

Tabla 5.8 Toneladas de carbón por bimestre.

	Kw - h		Carbón	
	10 horas	12 horas	10 horas	12 horas
Morelia	4,260,746	5,112,895	6,301.64	7,561.97
Michoacán	34,841,753	41,810,104	51,530.95	61,837.14
País	816,524,280	979,829,136	1,207,639.41	1,449,167.29

Claramente se aprecia que es mucho carbón el que se esta desperdiciando, tan solo por mantener algunos electrodomésticos conectados a la red suministradora, ahora, como cada kilogramo de carbón nos produce 1.83 kg de CO₂, nos lleva a la Tabla 5.9 siguiente, donde se muestra la cantidad de toneladas ocupadas y la cantidad de CO₂ emitido por dicho carbón.

Tabla 5.9 Toneladas de Carbón y toneladas de CO₂.

	Carbón		CO ₂	
	10 horas	12 horas	10 horas	12 horas
Morelia	6,301.64	7,561.97	11,532.01	13,838.41
Michoacán	51,530.95	61,837.14	94,301.64	113,161.97
País	1,207,639.41	1,449,167.29	2,209,980.12	2,651,976.14

Es demasiado dióxido de carbono, y este es el que nos produce grandes cambios climáticos, ya que él, consume gran parte del ozono que recubre la tierra, con esto mas rayos dañinos penetran en la tierra y producen estos grandes cambios climáticos, si a esto se le suma lo producido por los autos, las fabricas, etc. Y todos los países del mundo, entonces este número crecerá considerablemente.

Sabiendo esto, con tan solo desconectar estos pocos aparatos de la red eléctrica, no solo ahorraremos energía y dinero, si no también se contribuiría a la conservación del medio ambiente y por tanto al planeta. Esto no solo es por el hecho de conservar el lugar donde vivimos, si no también mejoraría nuestra calidad de vida y la tasa de mortalidad se reduciría.

5.8 Impacto económico

El impacto económico también esta presente en estos desperdicios de energía, en tablas anteriores se muestra la cantidad de dinero que se ahorraría si se desconectaran estos aparatos en cierto tiempo determinado. Pero en la actualidad no todo es pagado por los usuarios, ya que la energía eléctrica esta subsidiada, entonces si el precio al publico es de \$0.641 pesos por Kw-h, el precio sin subsidio es mucho mayor, el costo de producción por Kw-h es de \$3.368 pesos, esto representa 525% más de lo que en realidad nos cuesta a los usuarios de consumo doméstico con tarifa tipo 01. De aquí se desprende la Tabla 5.10, mostrando el costo de producción por Kw-h para el gobierno.

Tabla 5.10 Costo al gobierno por bimestre

	Kw - h		Pesos	
	10 horas	12 horas	10 horas	12 horas
Morelia	4,260,746	5,112,895	\$14,350,191	\$17,220,230
Michoacán	34,841,753	41,810,104	\$117,347,025	\$140,816,430
País	816,524,280	979,829,136	\$2,750,053,775	\$3,300,064,530

Los costos de producción son demasiado altos, si este dinero fuera aprovechado por ejemplo para equipar salas de cómputo, en la actualidad tan necesarias, podríamos tan solo con un ahorro de 10 horas en el país, equipar 6,110 escuelas con 30 computadoras cada una, cada una con un valor de hasta \$15,000.00 pesos. También si esto lo traducimos en deportes se podrían construir 535 canchas de basquetbol, 535 de futbol y 535 estacionamientos, donde el costo del conjunto de estos tres es de \$5,137,617.00 pesos. En términos de educación 943 edificios que cuenten con 6 aulas didácticas, servicio sanitario, aula uso múltiple, dirección, aula de cómputo, cancha de usos múltiples, esto con un costo de \$4,274,278.00 pesos cada edificio.

En transporte, se podría construir aproximadamente 24.583 kilómetros de carretera asfaltados de un carril de 5.5 metros por sentido, con un costo de \$111,868.00 pesos cada metro. En el área de salud, se podrían construir 27 y medio hospitales que cuenten con 50 camas y dos quirófanos, esto tomando en cuenta que el hospital contara con todos los servicios básicos como son pediatría, obstetricia, urgencias y hasta un área de cuidados intensivos, cada uno con un costo de \$100,000,000.00 pesos.

5.9 Propuestas de ahorro

Todo país debe de buscar optimizar sus recursos, y para esto se ha creado una institución conocida como el Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica (FIDE) en México, esta institución apoya a las personas para adquirir refrigeradores eficientes, que contribuyan al ahorro familiar de energía eléctrica, así como también para adquirir aires acondicionados y aislantes térmicos para que las viviendas sean más eficientes en el uso del aire acondicionado. Esta organización sólo ayuda a conseguir este tipo de aparatos, que les llaman de “primera necesidad” y no para los electrodomésticos más populares.

La recomendación más común es desconectar los aparatos una vez que estos son dejados de usar, pero esto no es factible, ya que la mayoría de estos, tienen algún tipo de temporizador como lo es un reloj o algún tipo de programación de alarma, esto sin contar que el hecho de estar conectando y desconectando los aparatos sería muy tedioso para el usuario, entonces se propone una batería interna pequeña de alta eficiencia que guarde esta información, y permitiera al temporizador seguir operando pero solo internamente. Esta propuesta cambiaría completamente la costumbre de tener los aparatos siempre conectados a la red eléctrica, pero a cambio se reducirían significativamente el impacto en energía eléctrica a la red, y en impacto ecológico por quema de combustibles.

Generalmente los usuarios de electrodomésticos nunca leemos los instructivos de los aparatos que compramos, esto no es bueno, ya que algunos de estos se podrían utilizar eficientemente tan solo con leer el instructivo, por tal motivo la propuesta es generar una cultura, un hábito, de leer los instructivos anexados a los electrodomésticos.

La mayoría de los aparatos mencionados, tienen principalmente un display que nos marca la hora y alguna otra información sobre el aparato, un medio para poder reducir este gasto, sería la propuesta de un modo protector de pantalla para estos aparatos, y que solo se activaran por medio el toque de algún botón, si es que fuese necesario checar la hora o algún otro dato del aparato que se obtuviese del display.

En la actualidad existe nueva tecnología llamada “lógica difusa”(creada a partir de un artículo llamado "*Fuzzy Sets*" en 1965) que permite a los dispositivos crear un patrón de lo que el usuario regularmente hace, por ejemplo si un televisor generalmente es encendido a la 5 de la tarde, cambiar al canal 3 y subir el volumen al nivel 10, entonces el dispositivo crea ese patrón y se auto programa de tal forma que se ajuste con el usuario, esto permitiría que en el periodo que no se utiliza el aparato entre en un modo de hibernación, por ejemplo, si el usuario duerme temprano y despierta temprano para ir a trabajar el dispositivo ayudaría a que mientras el usuario esta dormido el aparato en términos eléctricos también lo haga, esto se podría llevar a gran escala, para que los productores internacionales de electrodomésticos incluyeran en los aparatos de mayor consumo, esta nueva tecnología, para comodidad del usuario y ahorro de energía eléctrica, que actualmente es muy valiosa.

CAPÍTULO 6

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Dentro de lo que es el consumo de energía eléctrica, podemos destacar que no siempre se aprovecha adecuadamente como se menciona en el transcurso de esta tesis, por ejemplo en un televisor que normalmente tiene algún tipo de indicador y no siempre es necesario, pero siempre esta consumiendo energía que podría ser aprovechada de alguna otra forma.

Los aparatos más comunes como lo son: televisores, hornos de microondas, estéreos, monitores de computadoras, etc. Nos generan un consumo, que se traduce en un costo para las personas. Se puede destacar que los aparatos de las viviendas visitadas, siempre estaban conectados a la red de suministro eléctrico (mayor del 95% de aparatos), y por tanto, siempre consumiendo energía eléctrica.

La presente Tesis, incluye un informe detallado de cada aparato revisado, incluyendo el costo que este representa al estar conectado a la red de suministro eléctrico (Capítulo 5), y se observa que por ejemplo un estéreo marca Sony, nos genera un gasto de alrededor de los \$25 pesos por año, en un periodo de inactividad de 16 horas.

La energía eléctrica no aprovechada, es relativamente poca, pero proyectándolo a gran escala como lo es una ciudad, si representa un impacto muy fuerte.

En la actualidad la forma más común de producción de energía eléctrica es mediante plantas generadoras termoeléctricas, junto con algunas fuentes de energía alternas, pero principalmente mediante la quema de combustibles, lo que hace pensar que entre más energía eléctrica se consume, mas quema de combustible habrá, por tanto podemos concluir que reducir el desperdicio de energía, reduciría el costo para el país en producción de energía eléctrica, además de que ecológicamente, se reduciría los niveles de contaminación que dichas plantas generan.

Un estudio con aparatos mucho más sofisticados seria muy plausible, y seria muy recomendable extender el estudio a las diferentes comunidades, ya que no todas presentan

las mismas características. Así como informar a las personas que sus aparatos electrodomésticos les esta haciendo gastar dinero que podrían ahorrar.

6.2 Recomendaciones

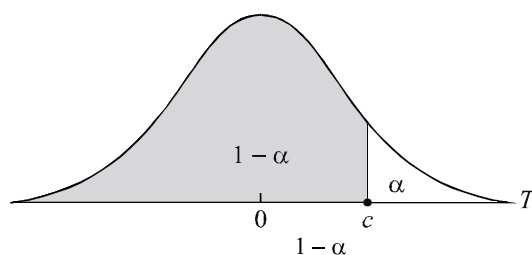
El presente trabajo fue realizado a nivel doméstico, pero es bien sabido que este, no es el único tipo de ventas que existe, en Michoacán específicamente, existe una mayoría de usuarios domésticos, pero la mayoría de las ventas son para medianas empresas. Esto quiere decir que si se hace un estudio igual pero a este tipo de empresas, se podría llegar a conocer si es que las maquinas utilizadas tienen algún tipo de gasto innecesario que se pueda evitar, como se hizo con el doméstico.

En general no solo es el sector doméstico o el sector de medianas empresas los que consumen más, también esta la gran industria que también es una parte bastante representativa de las ventas de la Comisión Federal de Electricidad en el país, estas tres son las mas representativas, también existen el sector agrícola, de servicios, etc. Estas ultimas tal ves no representen un parte representativa de el consumo de energía eléctrica, pero también podrían contribuir a el ahorro de la misma, todo esto claro con el estudio pertinente.

ANEXOS

A. TABLA DE LA DISTRIBUCIÓN t -Student

La tabla da áreas $1 - \alpha$ y valores $c = t_{1-\alpha, r}$, donde, $P[T \leq c] = 1 - \alpha$, y donde T tiene distribución t -Student con r grados de libertad..



r	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

REFERENCIAS

Libros:

[Boylestand 2003]

R.L. Boylestand, *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*, PEARSON Educación, 2003.

[Fisher 2000]

R.A. Fisher y F. Yates, *Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research*, Edinburgh, 5ª edición.

[Murray 1990]

Murray R. Spiegel, *Estadística*. Ed. Mc Graw Hill. Segunda Edición. España. 1990

[Resnick, Halliday, Krane 2003]

Robert Resnick, David Halliday, Kenneth S. Krane, *Física*, Ed. CECSA, segunda edición, México 2003

Internet:

[Geocities 2008]

Geocities. Multímetro. 4 de marzo del 2008.

<http://mx.geocities.com/danapam84/MULTIMETRO.htm>

[ITCH 2008]

ITCH, *Estadística 1*, 8 de Marzo 2008.

<http://www.itch.edu.mx/academic/industrial/estadistica1/cap03.html>

[Wikipedia 2008]

Wikipedia, *t de Student*, 2 de Junio 2008.

http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_t_de_Student

[Acanomas 2008]

Acanomas, t de Student, 28 Abril 2008

<http://www.acanomas.com/Diccionario-Espanol/131279/T-DE-STUDENT.htm>

[CFE 2008]

CFE, tarifas, 5 Junio del 2008.

<http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/conocetutarifa/>

[uvigo 2008]

Uvigo, Tabla t de Student, 5 Junio del 2008

<http://webs.uvigo.es/pintos-clapes/docencia/Tabla-t.doc>

[CFE 2008]

CFE, Histórico Michoacán, 10 Julio del 2008

<http://www.cfe.gob.mx/Aplicaciones/QCFE/EstVtas/Historico.aspx>

[Sener 2008]

Sener, Estadísticas de Energía, 5 Julio del 2008

<http://www.sener.gob.mx/webSener/portal/index.jsp?id=71>

[Noticaribe 2008]

Noticaribe, precio de hospital, 1 Agosto del 2008

http://www.noticaribe.com.mx/rivieramaya/2007/02/firman_contrato_para_construccion_de_hospital_en_playa_del_carmen.html

[Fimevic 2008]

Fimevic, costo de carretera por metro, 1 de agosto del 2008

<http://www.fimevic.df.gob.mx/puentesorienten/numeralia.htm>