

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES
Escuela de Ingeniería Mecánica Electricista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

**“Sistema de Gestión Inteligente de Respuesta a
la Demanda Electroenergética en el sector
Residencial”**

Autores:

LOO ARROYO, Rudy Cristian

VOOGT, Nicolás Adrián

Director:

Ing.PIUMETTO, Miguel

Co-director:

Ing.MICOLINI, Orlando

Córdoba, Noviembre de 2015

Agradecimientos y dedicatorias

La concreción del presente Proyecto Integrador significa el cierre de una etapa muy importante de nuestras vidas y el comienzo de una nueva etapa como profesionales. Es por ello que queremos mencionar y agradecer a diferentes personas que nos acompañaron durante la ejecución del mismo.

En primera instancia, queremos agradecer a la Universidad Nacional de Córdoba, así como a la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, por abrirnos sus puertas y permitir formarnos como profesionales.

A nuestro director, Ing.Miguel Piumetto y co-director, Ing.Orlando Micolini, por guiarnos y asesorarnos en las diferentes etapas de nuestro Proyecto Integrador.

Al futuro colega, Ing.Renzo Bechler, por brindarnos su tiempo y apoyo, siempre con la mejor predisposición, en una etapa importante de este trabajo.

Al futuro colega, Ing.Fernando Ybañez, por su tiempo y por creer en nosotros, desde un principio, cuando estábamos trabajando en la propuesta de este trabajo.

A todas aquellas personas que brindaron su apoyo y permitieron concretar nuestro sueño.

Rudy Cristian Loo Arroyo

Agradecer a Dios sobre todas las cosas por haberme guiado y acompañado a lo largo de la carrera, por darme la fuerza para salir adelante en los momentos difíciles.

A mis padres Rolando Loo y Gladys Arroyo por la confianza depositada, por inculcarme buenos valores como persona, por el apoyo incondicional en cada uno de mis proyectos y objetivos que me propongo, como así por la educación que me brindan.

A cada uno mis hermanos y hermanas por estar siempre brindándome su apoyo y demostrarme en cada momento que la unión familiar es un pilar fundamental para el logro de nuestros objetivos.

Agradecer a mi familia en Córdoba, tíos, tías, primos y primas que desde un inicio hasta el final me brindaron lo mejor, en especial a la persona que me dio la posibilidad de llegar a esta linda Ciudad, mi tío el Dr. Arroyo Romero Alberto quien en todo momento estuvo para apoyarme en lo que necesitaba, gracias a sus consejos y enseñanzas pude tomar las mejores decisiones en mi etapa de estudiante y que de seguro me servirán en esta nueva etapa como profesional.

A cada uno de mis profesores porque gracias a sus enseñanzas y experiencia compartida, hoy estamos formados y preparados para salir adelante en este mundo competitivo y globalizado.

A mis compañeros con quienes pasamos momentos difíciles y de alegría en esta muy buena etapa de estudiante, como así a todos los buenos amigos y amigas que pude conocer en el transcurso de la carrera y en todo el tiempo de mi estadía en Córdoba.

¡Gracias por tanto!

Nicolás Adrián Voogt

Quiero agradecer y dedicar este trabajo a mis padres Elsa y Ernesto, por darme la posibilidad de formarme como profesional, por su confianza, por sus consejos y apoyo incondicional en todo momento.

A mi hermano Emiliano, por brindarme su apoyo y estar siempre presente.

A todos mis tíos, primos, y en especial a mi tía Graciela (Q.E.P.D.), por abrirme las puertas de su casa, por su confianza depositada y por todas las atenciones en los primeros tiempos de la carrera.

A cada uno de mis amigos y amigas personales, por todos los momentos vividos y en especial a aquellos que me brindaron su tiempo, su atención y apoyo en los momentos difíciles.

A todos mis compañeros de la facultad con quienes he compartido horas de estudio, así como alegrías y tristezas.

A todas las personas que conocí en el transcurso de la carrera y que me brindaron su apoyo en los momentos que lo necesitaba.

A la Universidad y todos los profesores de esta casa de estudios, que me brindaron su tiempo y dedicación para formarme como profesional.

Finalmente, a Dios por darme la capacidad y fortaleza para seguir adelante en cada momento.

¡Muchas gracias!

Descripción del contenido

A continuación se presenta una descripción general del contenido de cada capítulo.

En el primer capítulo se presenta la introducción que busca dar un panorama general del tema de nuestro proyecto integrador. En este apartado también se trazan los objetivos y planteo de la problemática. Por otro lado, se explican diferentes motivos por los cuales es importante dar solución al problema planteado.

En el segundo capítulo nos abocamos a una descripción del sistema interconectado actual partiendo de la generación hasta llegar al usuario residencial. Se describen a modo general diferentes conceptos más relevantes. Posteriormente, realizaremos un repaso de algunas partes de la reglamentación vigente de instalaciones eléctricas de baja tensión en inmuebles.

En el tercer capítulo nos introducimos con conceptos de domótica, que nos sirven de base para nuestro sistema. Luego se muestran las ideas y acciones que se usaron para encarar una solución a la problemática planteada. Para ello, como primer paso, se encuentra el planteo de diferentes criterios de diseño, hipótesis y requerimientos. Seguido de esto, se representa la arquitectura del sistema con un análisis de los diagramas de flujo de información del sistema. Finalmente, se exponen las fórmulas que modelan cada tipo de carga y su comportamiento frente al uso en las diferentes zonas horarias.

En el cuarto capítulo se muestran y analizan los resultados de una evaluación del sistema propuesto. Para ello, desarrollamos un ejemplo de uso de las cargas en el hogar, analizando el consumo para cada tipo de carga en diferentes zonas horarias. Posteriormente, aplicando el sistema y utilizando las formulas, realizamos una comparativa para tener un acercamiento a los ahorros en consumo y precio.

En el último capítulo se enuncian las conclusiones y perspectivas a futuro y mejoras del sistema.

CAPITULO 1: Introducción al Proyecto Integrador.....	1
1.1.-Definición del problema.....	1
1.2.-Justificación.....	5
1.3.-Objetivo Principal.....	5
1.4.-Objetivos Secundarios.....	6
1.5.-Motivaciones.....	6
1.6.-La eficiencia y gestión energética en Argentina.....	6
CAPITULO 2: Marco Teórico	
2.1.-El sistema argentino de interconexión.....	9
2.2.-El despacho técnico y operación del SADI.....	12
2.3.-Generación, Transmisión y Distribución de la energía eléctrica hasta el usuario final.....	14
2.4.-La demanda de energía eléctrica.....	20
2.5.-Los parámetros de la demanda.....	22
2.6.-Los parámetros de la generación.....	23
2.7.-Factor de capacidad.....	24
2.8.-Despacho horario del parque generador.....	25
2.9.-La energía eléctrica en la provincia de Córdoba.....	25
2.10.-El usuario final del sector residencial.....	28
2.10.1.-Instalación eléctrica residencial típica.....	28
2.10.2.-Instalaciones eléctricas según Reglamentación AEA 90364.....	29
2.10.2.1.-Definiciones y conceptos preliminares.....	30
2.10.2.2.-Grados de electrificación.....	34
2.10.2.3.-Número mínimo de puntos de utilización en viviendas.....	36
2.10.2.4.-Carga total correspondiente a un inmueble.....	38
2.10.2.5.-Demanda de Potencia Máxima Simultánea para la determinación del grado de electrificación (valor mínimo de la potencia máxima simultánea).....	38
2.10.2.6.-Cálculo de la Carga Total para viviendas, oficinas o locales (unitarios).....	39
2.10.2.7.-Tipo de canalizaciones, conductores, cables y formas de instalación.....	39
2.10.2.8.-Dispositivos de maniobra y protección.....	47
2.10.2.8.1.- Protección de los conductores y cables contra corrientes de sobrecarga y CC..	50
2.10.2.8.2.-Cálculo de caída de tensión.....	51
CAPITULO 3: Sistema Propuesto	
3.1.-Domotica: introducción y generalidades.....	54
3.2.-Algunas aplicaciones de domótica.....	54
3.2.1.-Gestión energética.....	54
3.2.2.-Confort.....	54
3.2.3.-Seguridad.....	55
3.2.4.-Comunicación.....	55
3.2.5.-Accesibilidad.....	55
3.3.-Arquitectura de los sistemas de domótica.....	55
3.3.1.-Arquitectura centralizada.....	55
3.3.2.-Arquitectura distribuida.....	56
3.3.3.-Arquitectura mixta.....	56

3.4.-Topología de los sistemas.....	57
3.4.1.-Topología estrella.....	57
3.4.2.-Topología en anillo.....	57
3.4.3.-Topología en bus.....	57
3.4.4.-Topología malla.....	57
3.4.5.-Topología en árbol.....	58
3.4.6.-Topología mixta.....	58
3.5.-Componentes característicos de un sistema domótico.....	58
3.6.-Sistemas domóticos.....	62
3.6.1.-Sistemas basados en autómatas programables PLC.....	62
3.6.2.-Sistemas de corrientes portadoras.....	62
3.6.3.-Sistemas de bus.....	63
3.6.4.-Sistemas inalámbricos.....	64
3.6.5.-Sistemas propietarios de fabricantes.....	65
3.7.-Desarrollo del sistema propuesto.....	65
3.7.1.-Breve Descripción.....	65
3.7.2.-Diseño del sistema propuesto.....	66
3.7.2.1.-Identificación de objetivos.....	66
3.7.2.2.-Hipótesis para la implementación del sistema.....	66
3.7.2.3.-Criterios de diseño.....	66
3.7.2.3.1.-Estructura representativa del sistema de control.....	66
3.7.2.3.2.-Formulación de requerimientos.....	68
3.7.2.3.2.1.-Requerimientos de usabilidad.....	68
3.7.2.3.2.2.-Requerimientos de memoria.....	68
3.7.2.3.2.3.-Requerimientos de comunicación.....	69
3.7.2.3.2.4.-Requerimientos de potencia.....	69
3.7.2.3.2.5.-Requerimientos generales del sistema.....	70
3.7.2.4.-Arquitectura del sistema propuesto.....	70
3.7.2.4.1.-Descripción de la arquitectura.....	71
3.7.2.5.-Componentes del sistema y particularidades de cada uno.....	72
3.7.2.6.-Diagramas de flujo entre las diferentes partes intervinientes del sistema.....	72
3.7.2.6.1.-Diagrama de interfaz.....	73
3.7.2.6.2.-Diagrama del módulo principal.....	75
3.7.2.6.3.-Diagrama del módulo secundario.....	76
3.7.2.6.4.-Diagrama de configuración de cargas.....	78
3.7.2.7.-Modelo matemático de las cargas y funcionamiento.....	79
3.7.2.7.1.-Funcionamiento de la automatización.....	79
3.7.2.7.1.1.-Carga Standard.....	80
3.7.2.7.1.2.-Cargador.....	80
3.7.2.7.1.3.-Iluminación.....	81
3.7.2.7.1.4.-Acondicionador de aire.....	82
3.7.2.7.1.5.-Calentador externo (Estufa eléctrica).....	82
3.7.2.7.1.6.-Sin control.....	83

CAPITULO 4: Evaluación del sistema propuesto e interpretación de resultados obtenidos

4.1.-Desarrollo de ejemplo	85
----------------------------------	----

4.1.1.-Utilización de las cargas en zona Resto.....	86
4.1.2.-Utilización de las cargas en zona Pico.....	87
4.1.3.-Utilización de las cargas en zona Valle.....	88
4.2.-Resumen.....	88
4.3.-Interpretación de los resultados obtenidos.....	91
4.3.1.-Análisis de los consumos y costos por hora.....	91
4.3.2.-Resumen de totales.....	93
CAPITULO 5: Conclusiones y posibles mejoras.....	95
5.1.-Conclusiones.....	96
5.2.-Trabajos Futuros y Posibles Mejoras.....	96
CAPITULO 6: Referencias y Bibliografía.....	97
Anexos.....	99

Figura 1: CADENA 3 - Consumo record y cortes de energía eléctrica en Córdoba.....	2
Figura 2: DIARIO POPULAR - Córdoba empresa de energía culpa a los usuarios por los cortes de luz.....	3
Figura 3: LA VOZ DEL INTERIOR - Mas reclamos por cortes de energía eléctrica en Córdoba.....	3
Figura 4: EL LIBERAL- El elevado consumo continúa generando cortes de energía eléctrica en varias provincias.....	4
Figura 5: ABECEB- La demanda de energía eléctrica se acerca al límite de la capacidad generación..	5
Figura 6: El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM).....	10
Figura 7: Categorización de Grandes Usuarios.....	11
Figura 8: Esquema de una Central Térmica de Generación.....	14
Figura 9: Esquema de una Central Nuclear de Generación.....	15
Figura 10: Esquema de una Central Hidroeléctrica de Generación.....	16
Figura 11: Generación, Transmisión, Distribución y Usuario final.....	17
Figura 12: Torres de transmisión de energía en Alta Tensión.....	18
Figura 13: Subestaciones de distribución.....	19
Figura 14: Torres de transmisión de energía en Alta Tensión.....	19
Figura 15: Distribución de energía en Media Tensión.....	20
Figura 16: Curva de demanda de energía eléctrica típica.....	21
Figura 17: Curva de demanda de potencia anual horaria y ordenada.....	22
Figura 18: Esquema de generación y distribución de energía eléctrica.....	23
Figura 19: Curva de generación de potencia anual horaria y ordenada.....	23
Figura 20: Curva de generación de potencia diaria.....	25
Figura 21: Porcentajes de EPEC.....	26
Figura 22: Evolución de la cantidad de usuarios de EPEC.....	27
Figura 23: Esquema típico de distribución eléctrica en inmuebles.....	29
Figura 24: Esquema de régimen de neutro TT.....	48
Figura 25: Arquitectura domótica centralizada.....	56
Figura 26: Arquitectura domótica distribuida.....	56
Figura 27: Arquitectura domótica mixta.....	56
Figura 28: Topología estrella.....	57

Figura 29: Topología en anillo.....	57
Figura 30: Topología en bus.....	57
Figura 31: Topología en malla.....	57
Figura 32: Topología en árbol.....	58
Figura 33: Topología mixta.....	58
Figura 34: Componentes característicos del sistema domótico.....	59
Figura 35: Sistemas domóticos basados en PLC.....	62
Figura 36: Sistemas domóticos basados en corrientes portadoras.....	63
Figura 37: Sistemas domóticos de bus.....	64
Figura 38: Sistemas domóticos inalámbricos.....	65
Figura 39: Modelo simplificado del diagrama de control del sistema propuesto.....	67
Figura 40: Arquitectura del sistema propuesto.....	71
Figura 41: Diagrama de interfaz.....	73
Figura 42: Diagrama del módulo principal.....	75
Figura 43: Diagrama del módulo secundario.....	76
Figura 44: Diagrama de configuración de las cargas.....	78
Figura 45: Implementación del sistema para cargas STANDARD.....	89
Figura 46: Implementación del sistema para CARGADOR.....	90
Figura 47: Implementación del sistema para ILUMINACION.....	90
Figura 48: Implementación del sistema para el ACONDICIONADOR DE AIRE.....	91
Figura 49: Análisis de consumos y cargas por hora.....	92
Figura 50: Consumo total para cada tipo de carga.....	93
Figura 51: Costo total para cada tipo de carga.....	94
Figura 52: Consumos y costos totales.....	94

Tabla 1 - Cantidad de usuarios de la energía eléctrica en la provincia de Córdoba.....	28
Tabla 2 - Facturación a usuario final de la energía eléctrica en la provincia de Córdoba (MWh).....	28
Tabla 3 - Abreviaturas y significados en diagrama de distribución eléctrica en inmuebles (AEA).....	30
Tabla 4 - Síntesis de los tipos de circuitos según reglamentación AEA Nº90364.....	33
Tabla 5 - Grados de electrificación para viviendas unitarias según reglamentación AEA Nº90364....	35
Tabla 6 - Número mínimo de circuitos en las viviendas unitarias según reglamentación AEA Nº90364.....	35
Tabla 7 - Número mínimo de puntos de utilización en viviendas según reglamentación AEA Nº90364.....	37
Tabla 8 - Demanda máxima de potencia simultánea según reglamentación AEA Nº90364.....	38
Tabla 9 - Coeficientes de simultaneidad para los distintos grados de electrificación según reglamentación AEA Nº90364.....	39
Tabla 10 - Máxima cantidad de conductores por canalización según reglamentación AEA Nº90364.....	44
Tabla 11 - Identificación de conductores según reglamentación AEA Nº90364.....	44
Tabla 12 - Secciones mínimas admisibles para conductores según reglamentación AEA Nº90364.....	46
Tabla 13 - Factores de corrección por distinta temperatura ambiente.....	47
Tabla 14 - Factores de corrección para más de un circuito monofásico o trifásico.....	47
Tabla 15 - Requerimientos de USABILIDAD.....	68
Tabla 16 - Requerimientos de MEMORIA.....	68
Tabla 17 - Requerimientos de COMUNICACION.....	69
Tabla 18 - Requerimientos de POTENCIA.....	69
Tabla 19 - Requerimientos GENERALES.....	70
Tabla 20 - Resumen de cargas STANDARD.....	88
Tabla 21 - Resumen de cargas CARGADOR.....	89
Tabla 22 - Resumen de cargas de ILUMINACION.....	90
Tabla 23 - Resumen de cargas de ACONDICIONADORES DE AIRE.....	91
Tabla 24 - Resumen de TOTALES.....	93

CAPITULO 1.

Introducción al Proyecto Integrador



CAPITULO 1. Introducción al Proyecto Integrador

El escenario energético actual está en constante transición. El crecimiento de la demanda de energía, impulsa la creación de nuevos sistemas más complejos y avanzados que tienden a mejorar la eficiencia energética y la respuesta a la demanda de energía eléctrica en distintos sectores. Por otro lado, la implementación de estos nuevos sistemas requiere de una política, que tenga en cuenta tanto al usuario como a la empresa distribuidora de energía.

Cabe tener en cuenta que la tendencia actual es que las redes puedan integrar de manera inteligente la operación y distribución con las acciones tanto de los consumidores como de los generadores, fomentando una operación segura, económica y limpia de las mismas a través de un conjunto de equipos e infraestructuras de tecnología avanzada que posibiliten que las redes eléctricas sean perfectamente observables, controlables, automatizadas e integrables, lo que actualmente se llama “red inteligente” (o “Smart Grid” en inglés).

El desarrollo de nuevas tecnologías que aprovechan fuentes de energía limpias y sustentables hacen que cada vez haya mayor diversidad de soluciones a los problemas que presenta la estructura centralizada de la red eléctrica actual, además de contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas y de sus necesidades.

En países desarrollados, el uso de nuevas tecnologías e implementación de estos tipos de energías alternativas, dan como resultado una mejora en la calidad del servicio eléctrico, además de reducir el impacto ambiental.

En este trabajo, se va a realizar una evaluación de la implementación de un sistema automático de gestión de la energía de respuesta a la demanda electro-energética en el sector residencial, que administra las cargas de forma económica, eficiente y a su vez produce el ahorro de energía.

1.1.-Definición del problema

En nuestro país el consumo de la energía eléctrica es cada vez mayor debido al avance tecnológico y al incremento de la población, con lo cual, es necesaria una mayor capacidad de generación de energía eléctrica. Si ésta no es la suficiente, provoca que sean cada vez más frecuentes las interrupciones del servicio en los horarios de mayor consumo (horario pico). Además, al estar los centros de consumo alejados de los puntos de generación los porcentajes de pérdidas eléctricas se hacen considerables en el transporte, en los centros de transformación, y sobre todo en la distribución, que da como consecuencia una mala calidad de servicio.

Cuando en los horarios picos aumenta el consumo, la demanda puede llegar a ser mayor que la oferta de energía, produciendo la salida intempestiva de servicio de las sub-estaciones teniendo como resultado:

-Mala calidad de servicio técnico residencial de energía (variaciones de tensión, frecuencia, etc.)



- El despacho de máquinas generadoras de menor rendimiento y mayor contaminación.
- Pérdidas por lucro cesante por parte de la empresa distribuidora.

A su vez, cabe mencionar que la capacidad de generación debe satisfacer la demanda en todo momento y sobre todo en el horario que se produce el pico, el cual tiene una duración aproximada de 2 hs. Cabe mencionar que esto da como resultado un factor de utilización bajo, entre 0,5 a 0,6. Es decir, que se estaría sobredimensionando la capacidad de generación con la inversión importante que esto conlleva para satisfacer la demanda en ese lapso que dura el pico.

Por todo lo antes mencionado, se hace necesaria la atenuación de los picos en la curva de demanda para resolver esta problemática.

En los últimos años, es cada vez más frecuente encontrarse con noticias relacionadas con el problema planteado:

CADENA 3 (06/12/12) “Consumo récord y cortes de energía eléctrica en Córdoba”

CADENA 3.COM



AUDIOS ÚLTIMAS 24HS. ÚLTIMO BOLETÍN REDACCIONES NOTICIAS AGRO DEPORTES E

Consumo récord y cortes de energía eléctrica en Córdoba

06/12/2012 | 17:52 Las zonas más afectadas son los barrios Alberdi, Alto Alberdi, Don Bosco, San Martín, Quebrada de las Rosas, Los Bulevares y Valle Escondido. No funcionan muchos semáforos.

COMENTAR ENVIAR IMPRIMIR 8+1 0 Twitter 0 Me gusta 25

Consumo récord y cortes de luz en Córdoba (Informe de Gozno Carrasquera)
COMPARTIR

Por el intenso calor que se registró este jueves en la ciudad de Córdoba, el consumo de energía eléctrica fue récord y volvieron los cortes de luz en varios puntos de la capital mediterránea.

Desde la Empresa Provincial de Energía Eléctrica (Epec), informaron que las zonas más afectadas por la falta de servicio son Alberdi, Alto Alberdi, Don Bosco, San Martín, Quebrada de las Rosas, Los Bulevares y Valle Escondido.

Además, numerosos semáforos, especialmente en los sectores de las avenidas Colón y Fuerza Aérea, salieron de funcionamiento.

A las 13, según lo detallado por Epec, ya se había superado el récord de consumo energético del 7 de febrero pasado.

“Por el intenso calor que se registró este jueves en la ciudad de Córdoba, el consumo de energía eléctrica fue récord y volvieron los cortes de luz en varios puntos de la capital mediterránea.”

Desde la Empresa Provincial de Energía Eléctrica (Epec), informaron que las zonas más afectadas por la falta de servicio son Alberdi, Alto Alberdi, Don Bosco, San Martín, Quebrada de las Rosas, Los Bulevares y Valle Escondido.”

Figura 1: CADENA 3 – Consumo record y cortes de Energía Eléctrica en Córdoba



DIARIO POPULAR (26/12/13) “Córdoba: empresa de energía culpa a usuarios por los cortes de luz”

El presidente de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC) Osvaldo Simone, culpó hoy a los usuarios por los cortes de luz, ya que al no informar que "cambiaron de electrodomésticos", la compañía "no puede prever un aumento de la demanda". Además, admitió que la empresa que encabeza "debe mejorar la relación con el cliente, para saber qué sector va a estar más solicitado antes de tener un consumo excesivo". "En distribución eléctrica siempre son pocas las inversiones, porque el crecimiento de la demanda va delante de la oferta que tenemos", enfatizó.

Diario POPULAR General



Córdoba: empresa de energía culpa a usuarios por cortes de luz



Les endilgó que al no informar que "cambiaron de electrodomésticos", no pueden prever un aumento de la demanda

El presidente de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC) Osvaldo Simone, culpó hoy a los usuarios por los cortes de luz, ya que al no informar que "cambiaron de electrodomésticos", la compañía "no puede prever un aumento de la demanda".

"Es muy difícil prever donde se localiza el incremento de demanda. El usuario, por algún temor a que les cambie el cuadro tarifario, no comunica a la empresa que ha cambiado sus electrodomésticos, ya sea en casas o comercios, cosas que son lógicas. Esa información la tenemos cuando nuestras líneas quedan superadas en algunos sectores", sostuvo el funcionario.

En declaraciones a radio Cadena 3, Simone añadió: "ahí, sobre el daño, hay que ir a cambiar el cable para poder transportar mayor energía, que lo podríamos haber previsto si teníamos antes la información". Además, admitió que la empresa que encabeza "debe mejorar la relación con el cliente, para saber qué sector va a estar más solicitado antes de tener un consumo excesivo". "En distribución eléctrica siempre son pocas las inversiones, porque el crecimiento de la demanda va adelante de la oferta que tenemos", enfatizó.

Figura 2 - DIARIO POPULAR - Córdoba empresa de energía culpa a los usuarios por los corte de luz



Más reclamos por cortes de energía eléctrica en Córdoba

Epec asegura que son "problemas puntuales". Ayer hubo consumo récord de energía. Hubo cortes de luz en los teatros de Carlos Paz.



Miles de vecinos continúan este jueves reclamando por los cortes de luz en distintos barrios de la ciudad de Córdoba. Entre ellos se encuentran sectores de Alto Alberdi, San Salvador, Villa Cabrera, Poeta Lugones, Matienzo, Juniors, Poeta Lugones, General Bustos y Nueva Córdoba, entre otros, según los llamados telefónicos realizados a medios locales. También se produjeron cortes de luz en Villa Carlos Paz. Algunos obras de teatro padecieron la falta de energía eléctrica, como fue el caso de *Sho de la cantante "Coke"* durante que debía tener su actuación cancelada y aplazada.

En localidades de toda la provincia hubo cortes por la gran demanda provocada por el calor.

Récord de energía

Ayer llegamos al tope de lo que se consumió alguna vez en la ciudad de Córdoba, supera lo que se consumió en diciembre. El aumento en la demanda entre el pico de diciembre y el de ayer equivale a un 3.24%, es lo mismo que separa el aumento de la demanda de un año para otro. Estos números nos dan una idea de donde estamos en cuanto a la demanda", explicó la vocera de la Epec, Mariana González.

"Fue de 700 megavatios a las 13.00, en diciembre donde habíamos tenido también un pico excepcional habíamos llegado a los 678 megavatios, que también fue récord histórico en su momento. Un fenómeno poco habitual que es tener picos de demanda en enero, que suele suceder en diciembre, porque en enero normalmente la gente no está en la ciudad", agregó en declaraciones a *MéCórdoba*.

"En cuanto a lo que sucedió en Ruta 20 fue una línea subterránea de media tensión. Se detectó el problema, se reparó, esto llevó la tarea hasta las 15 y pasaron ese periodo sin servicio, así que a partir de ese momento la situación fue normal", precisó la funcionaria.



"Problemas puntuales"
"El resto fueron todos problemas en baja tensión, hemos tenido en toda la ciudad pequeños problemas dispersos en la ciudad, no podemos hablar de barrios, sino situaciones puntuales que se van resolviendo a medida que va sucediendo. No se trata de un solo problema que afecte a cientos de personas, sino problemas puntuales que afectan a pocas familias, pero que hay que resolver con igual premura", evaluó González.

Vecinos sin luz
Vecinos de un sector de barrio San Salvador están sin luz desde hace 20 horas y se quejan por la falta de previsibilidad de la empresa de energía.
Luis, que vive en la calle Vicente Camargo, dijo que hay "al menos cuatro manzanas en las que falta luz en una de cada tres casas desde ayer al mediodía".
"Los guardias de Epec no se hacen cargo; ni siquiera atienden el teléfono. Estamos a la deriva porque no tenemos dónde hacer el reclamo", se lamentó.

El vecino dijo que anoche "fue terrible" y que están "sobreviviendo gracias a la solidaridad de los vecinos que si tienen servicio que nos facilitan helio" para mantener el calentador y el agua fría.

En la calle Alfonso Oriani de Poeta Lugones los vecinos están sin luz desde ayer después del mediodía y aseguran que los guardias no atienden sus reclamos. Son más de 20 casas las afectadas.

En Nueva Poeta Lugones aseguran que explotó un transformador y allí Epec está trabajando. En dicho barrio, mientras vecinos no constatan con el suministro de energía, el alumbrado público continuaba funcionando esta mañana.

En tanto, en barrio General Bustos, en la calle Coronel José Acevey, tampoco hay servicio desde las 6 de la mañana de hoy, entre otros miles de casos.

Figura 3 : LA VOZ – Más reclamos por cortes de energía eléctrica en Córdoba

LA VOZ DEL INTERIOR (23/01/2014) “Más reclamos por cortes de energía eléctrica en Córdoba”

Miles de vecinos continúan este jueves reclamando por los cortes de luz en distintos barrios de la ciudad de Córdoba.

Entre ellos se encuentran sectores de Alto Alberdi, San Salvador, Villa Cabrera, Poeta Lugones, Matienzo, Juniors, Poeta Lugones, General Bustos y Nueva Córdoba, entre otros, según los llamados telefónicos realizados a medios locales.

En localidades de toda la provincia hubo cortes por la gran demanda provocada por el calor.

“Ayer llegamos al tope de lo que se consumió alguna vez en la ciudad de Córdoba, supera lo que se consumió en diciembre. El aumento en la demanda entre el pico de diciembre y el de ayer equivale a un 3.24%, es lo mismo que separa el aumento de la demanda de un año para otro. Estos números nos dan una idea de



dónde estamos en cuanto a la demanda”, explicó la vocera de la Epec, Mariana González.

“Fue de 700 megavatios a las 13.40, en diciembre donde habíamos tenido también un pico excepcional habíamos llegado a los 678 megavatios, que también fue récord histórico en su momento. Un fenómeno poco habitual que es tener picos de demanda en enero, que suele suceder en diciembre, porque en enero normalmente la gente no está en la ciudad”, agregó en declaraciones a Mitre Córdoba.

EL LIBERAL (28/10/14) “El elevado consumo continúa generando cortes de energía eléctrica en varias provincias

La ola de calor y el elevado consumo de energía eléctrica siguen ocasionando cortes de luz en varias provincias argentinas. Ayer hubo inconvenientes serios en Tucumán, Córdoba, Chaco y Buenos Aires, entre otras. En Córdoba, ayer se registraron cortes de luz en la Capital y en localidades próximas. Cerca de las 15 hubo un apagón vinculado a la salida de una línea de alta tensión, según indicaron desde Epec.

Los barrios más afectados fueron Talleres, Centro, Alto Verde, Parque Horizonte, Alto Alberdi, 1° de Mayo, Camino a Villa Posse, Deán Funes, Juniors, Acosta, Parque Atlántica, Nueva Córdoba, Los Gigantes, Villa Eucarística, San Salvador, Villa Adela, Las Palmas y Alta Córdoba.

El desperfecto también afectó un vínculo entre Malvinas Argentinas y San Francisco. Alrededor de las 15.40, algunos sectores del centro de esta Capital volvieron a tener energía. Mientras tanto, en Tucumán justificaron que los cortes de luz se produjeron por el elevado consumo, cuando miles de usuarios de Edet debieron soportar la ola de calor ante la imposibilidad de no poder hacer uso de electrodomésticos.

Además la demanda ha tenido un considerable incremento, lo que tiene un impacto global en la problemática.

ABECEB (13/09/13): “En 2013 la potencia efectiva promedió los 24.900 MW y la máxima demandada por el sistema superó los 22.500 MW en el último mes. Hay margen para responder al consumo en el corto plazo, pero de cara al mediano se abren serios interrogantes ya que son escasos los proyectos de inversión a escala con posibilidades concretas de ejecución que permitirían una oferta energética acorde y más eficiente”.

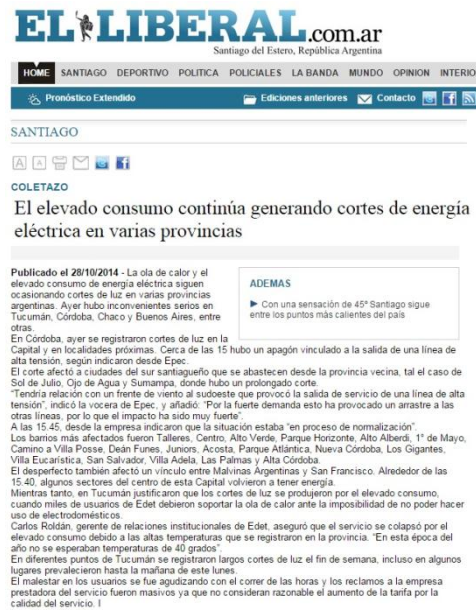


Figura 4: EL LIBERAL- El elevado consumo continúa generando cortes de energía eléctrica en varias provincias



En 2013, de una potencia instalada que se mantiene prácticamente planchada en 31.200 MW, la potencia efectiva promedió los 24.900 MW y la máxima demandada por el sistema superó los 22.500 MW en el último mes. Para ampliar un poco la mirada sobre los números, tenemos que entre julio de 2011 y julio de 2012 se incorporaron 1.725 MW al sistema, mientras que entre julio de 2012 y julio de 2013 se incorporó menos de un 30% (472 MW). En lo que hace al índice de indisponibilidad, supera el 33% en 2013, 5 puntos porcentuales más que en el mismo período de 2012.

Si bien los números muestran que todavía hay margen para cubrir la demanda en el corto plazo, son escasos los proyectos de inversión a escala con posibilidades concretas de ejecución (nuevas centrales atómicas, grandes hidroeléctricas) que permitirían una oferta energética acorde y más eficiente a mediano plazo.



Figura 5: ABCCEB- La demanda de energía eléctrica se acerca al límite de la capacidad de generación

1.2.-Justificación:

El mundo está cada vez más globalizado, los usuarios son más dependientes de la tecnología, con lo que adquieren mayor cantidad de artefactos tecnológicos que contribuyan a mejorar su confort y calidad de vida.

Esto hace que el usuario tenga un consumo desmesurado y aleatorio de la energía eléctrica, generando en la curva de demanda picos que afectan la estabilidad y eficiencia del sistema interconectado.

Es necesario implementar un sistema automático que permita al usuario administrar el consumo de energía eléctrica. Así se podrá controlar el consumo de energía en los horarios críticos (picos de demanda), lo cual contribuye a solucionar el problema planteado en cuanto a la eficiencia y estabilidad del sistema interconectado, mejorando la calidad del servicio técnico.

1.3.-Objetivo Principal:

El objetivo central del presente Proyecto Integrador es evaluar la implementación de un sistema automático que permita administrar la energía eléctrica consumida por un usuario residencial logrando así un uso racional y eficiente de la misma, y permitiendo suavizar los picos de la curva de demanda.



1.4.-Objetivos Secundarios:

- Investigar y conocer diferentes tipos de desarrollos relacionados con la eficiencia energética que sirvan de apoyo para nuestro proyecto.
- Identificar y conocer los tipos de cargas residenciales.
- Plantear los lineamientos generales para el desarrollo de un software representativo del sistema.
- Introducirse en los conceptos de domótica que servirán como base para plantear los requerimientos y funciones de los módulos del sistema.

1.5.-Motivaciones

Existen una serie de motivaciones que hacen que la implementación de un sistema automático sea una solución a los problemas planteados con lo que se encuentra la empresa distribuidora de energía eléctrica y el usuario residencial en el uso diario. Se pueden mencionar las siguientes:

1.5.1 Comerciales

- Continuidad del servicio.
- Disminución de pérdidas.
- Menores costos de mantenimiento.
- Se evita el despacho de máquinas generadoras de bajo rendimiento (ahorro de costos).

1.5.2 Tecnológicas

- Mayor factor de utilización.
- Mejor calidad de servicio técnico (menos variaciones de los parámetros eléctricos en el horario de mayor consumo).
- Sistema más estable.

1.5.3 Ambiental

- Disminución del impacto ambiental.

1.6.-La Eficiencia y gestión energética en Argentina (temas relacionados)

Uno de los conceptos más relevantes en materia de gestión energética es el concepto de eficiencia.

La eficiencia energética es el conjunto de medidas, prácticas y mecanismos que hacen cambiar la tendencia del consumo de energía, logrando ahorro de energía, mejorando el rendimiento de los equipos, procesos y logrando una mayor disponibilidad de la energía.

La Secretaría de Energía se encuentra desarrollando el **“Proyecto de Eficiencia Energética en la República Argentina”**, para lo cual cuenta con el apoyo de recursos de una donación del Fondo para el Medioambiente Mundial (FMAM) por un monto de US\$ 15,155 millones, otorgados a través del Banco Mundial en su rol de agencia de implementación del FMAM.



La mencionada donación fue aprobada mediante el Decreto N° 1253/09, publicado en el Boletín Oficial el 17/09/2009.

El objetivo de desarrollo del proyecto es incrementar la eficiencia en el uso de la energía en la República Argentina, mediante el fomento de un mercado creciente y sustentable de servicios de eficiencia energética, contribuyendo a reducir los costos de la energía de los consumidores y a la sustentabilidad en el largo plazo del sector energético argentino. El objetivo global del proyecto es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero eliminando las barreras regulatorias, de financiamiento e informativas que impiden actividades e inversiones en eficiencia energética y conservación de energía.

El Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, es el responsable por la ejecución del Proyecto a través de la Secretaría de Energía.

Por otra parte, el Estado ha adoptado diferentes medidas reglamentarias (mediante decretos o resoluciones) para implementar el uso de aparatos eficientes y mejorar el uso de la energía.

Además, en nuestro país se está desarrollando la implementación de energías alternativas en las industrias y usuarios finales. Esto se debe a que en 2006, se sancionó la Ley Nacional 26.190 que sanciona que para el 2016, el 8% del consumo eléctrico local deberá ser abastecido con fuentes de energías renovables.

Se han desarrollado varios proyectos que involucran este tipo de energías, como ser la instalación de molinos generadores (energía eólica) en Santa Cruz, Chubut, Neuquén, La Pampa y sur de la provincia de Buenos Aires. La construcción de plantas generadoras fotovoltaicas en San Juan y Jujuy, entre otras.

En cuanto a la aplicación de la domótica en Argentina, la Asociación Electrotécnica Argentina ha lanzado recientemente una reglamentación relacionada con los requisitos generales de eficiencia energética (AEA N° 90364-8) aplicado a instalaciones de baja tensión. En la ciudad de Córdoba, el Colegio de Ingenieros Especialistas (CIEC) ha desarrollado la "Guía de contenidos mínimos para la ejecución de un proyecto de domótica". Bajo estos lineamientos generales se ha comenzado en Argentina a comercializarse los productos de domótica aplicados a las instalaciones eléctricas, pero no hay desarrollado un proyecto general que involucre a la empresa distribuidora y sea general para todos los inmuebles.

CAPITULO 2.

Marco Teórico



CAPITULO 2: Marco Teórico

En el presente capítulo se desarrollará una descripción de los principales conceptos referidos a cómo llega la electricidad a nuestros hogares, desde su generación hasta llegar al consumidor final.

2.1.-El sistema Argentino de Interconexión (SADI)

¿Cómo está constituido?

El Sistema Argentino de Interconexión (SADI) está compuesto por el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) que abastece al norte y centro del país, y a partir del 2006, se integró el Sistema Interconectado Patagónico formando el Mercado Eléctrico Mayorista Sistema Patagónico (MEMSP) que abastece al sur del país. Paralelamente, también existen sistemas eléctricos dispersos o aislados y sistemas interconectados que no forman parte del MEM.

Mediante la Ley 24065, de diciembre de 1991, se definió el MEM (Mercado Eléctrico Mayorista) para toda la República Argentina. Los agentes reconocidos del MEM son:

- a) **Generadores** de energía eléctrica;
- b) **Transportistas** de energía eléctrica;
- c) **Distribuidores** de Energía eléctrica;
- d) **Grandes Usuarios** de energía eléctrica.

Las empresas comercializadoras y los medianos y pequeños usuarios no son agentes, sino simples actores. (Artículo 4º)

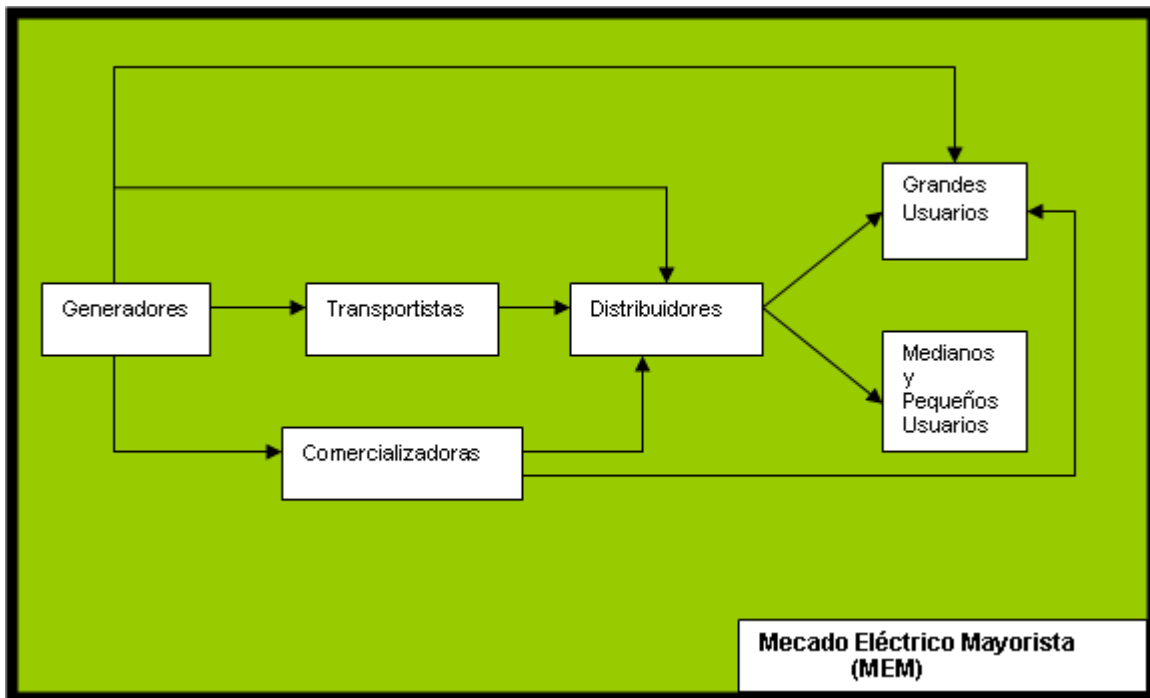


Figura 6- El Mercado Eléctrico Mayorista (MEM)

a) Generadores : Se considera generador a quien, siendo titular de una central eléctrica adquirida o instalada en los términos de esta ley, o concesionarios de servicios de explotación de acuerdo al artículo 14 de la ley 15.336, coloque su producción en forma total o parcial en el sistema de transporte y/o distribución sujeto a jurisdicción nacional (Artículo 5º). Los generadores podrán celebrar contratos de suministro directamente con distribuidores y grandes usuarios. Dichos contratos serán libremente negociados entre las partes (Artículo 6º). Quienes reciban energía en bloque, por pago de regalías o servicios, podrán comercializarla de igual manera que los generadores (Artículo 8º).

b) Transportistas: Se considera transportista a quien, siendo titular de una concesión de transporte de energía eléctrica otorgada bajo el régimen de la presente ley, es responsable de la transmisión y transformación a ésta, vinculada desde el punto de entrega de dicha energía por el generador, hasta el punto de recepción por el distribuidor o gran usuario, según sea el caso. Tienen prohibida la compra/venta de energía eléctrica (Artículo 7º).

c) Distribuidores: Se considera distribuidor a quien, dentro de su zona de concesión es responsable de abastecer a usuarios finales que no tengan la facultad de contratar su suministro en forma independiente (Artículo 9º).

d) Grandes Usuarios : Respecto de los grandes usuarios, como agentes del mercado eléctrico, la ley considera así a quienes tienen la facultad de contratar en forma independiente y para consumo propio su abastecimiento de energía, ya sea con un generador o con un distribuidor. La Secretaría de Energía, por su parte, es quien está facultada para establecer los módulos de potencia, de energía y demás parámetros técnicos que caracterizan al gran usuario. Así ha dividido a los grandes usuarios en tres categorías: **GUMA, GUME y GUPA.**

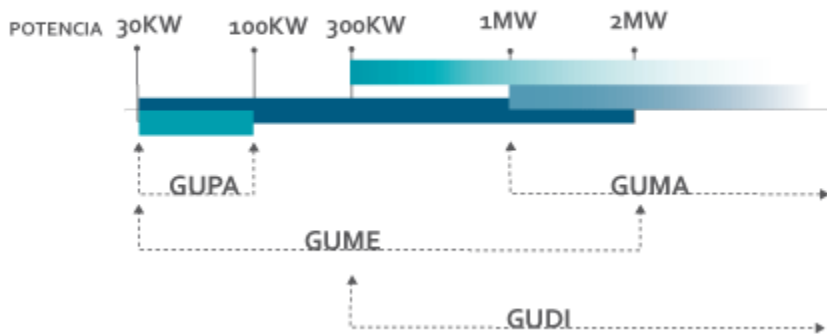


Figura 7- Categorización de grandes usuarios

GUMA (Gran Usuario Mayor):

Requisitos para ingresar al MEM como agente: Demanda de Potencia $\geq 1\text{MW}$; Consumo de Energía anual $\geq 4.380\text{MWh}$. Debe realizar acuerdo de suministro con un Generador o Comercializador por al menos sobre el 50% de su demanda de energía prevista, o una curva de demanda horaria predefinida. Plazo mínimo del acuerdo, 12 meses. Precio acordado libremente con el generador, fijo o variable. Instalar un SMEC (Sistema de Medición Comercial), medidor con registro cada quince minutos, con acceso para lectura remota por CAMMESA. Realizar acuerdo con Distribuidora sobre le tarifa de peaje.

GUME (Gran Usuario Menor):

Requisitos para ingresar al MEM como agente: Demanda de Potencia $\geq 30\text{KW}$ y $\leq 2\text{MW}$. Debe realizar acuerdo de suministro con un Generador por el 100% de su demanda de energía real. Precio acordado libremente con el generador. Realizar acuerdo con Distribuidora sobre le tarifa de peaje y medición. Una vez ingresado al MEM recibirá tres facturas para cada mes de consumo: a) La correspondiente al Generador por potencia y energía; b) La correspondiente a CAMMESA por otros cargos; c) La correspondiente a la distribuidora por el servicio de peaje.

GUPA (Gran Usuario Particular):

Requisitos para ingresar al MEM como agente: Demanda de potencia $\geq 30\text{KW}$ y $\leq 100\text{KW}$.

Debe realizar acuerdo de suministro con un Generador por el 100% de su demanda de energía real. Precio acordado libremente con el generador. Realizar acuerdo con Distribuidora sobre le tarifa de peaje y medición.

Las fechas de ingreso al MEM y de renovación de contratos para GUMA, GUME y GUPA son: 01 de febrero; 01 de mayo; 01 de agosto; 01 de noviembre.



Una vez ingresados al MEM, GUMA y GUPA recibirán dos facturas para cada mes de consumo: a) La correspondiente al Generador por potencia y energía; b) La correspondiente a la distribuidora por el servicio de peaje.

Existe una 4ta categoría, que si bien no es habilitada como agente del MEM, puede contratar el suministro a un generador, pero a través de la Distribuidora (o Cooperativa):

GUDI (Gran Usuario de Distribuidora):

Requisito: Demanda de Potencia >300 KW.

Esta categoría no requiere el ingreso del cliente como agente del MEM.

Comercializadoras: Las comercializadoras cumplen un rol importante en el mercado eléctrico, ya que actúan como intermediarios, no sólo comprando y vendiendo energía, sino también acercando a la oferta y la demanda y aconsejando estrategias de compra a distribuidores y grandes usuarios. No son consideradas agentes del MEM.

2.2.-El despacho técnico y operación del SADI

El despacho técnico del Sistema Argentino de Interconexión (SADI), estará a cargo del Despacho Nacional de Cargas (DNDC), órgano que se constituirá bajo la forma de una sociedad anónima cuyo capital deberá estar representado por acciones nominativas no endosables y cuya mayoría accionaria estará, inicialmente, en la cabeza de la Secretaría de Energía, y en el que podrán tener participación accionaria los distintos actores del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). La participación estatal, inicialmente mayoritaria, podrá ser reducida por el Poder Ejecutivo hasta el diez por ciento (10 %) del capital social, no obstante este porcentaje deberá asegurarle la participación y poder de veto en el directorio.

La Secretaría de Energía determinará las normas a las que se ajustará el DNDC para el cumplimiento de sus funciones, las que deberán garantizar la transparencia y equidad de las decisiones, atendiendo a los siguientes principios:

a) Permitir la ejecución de los contratos libremente pactados entre las partes, entendiendo por tales a los generadores (con excepción de aquellos comprendidos en el artículo 1º de la ley 23.696 y la parte argentina de los entes binacionales), grandes usuarios y distribuidores (mercado a término);

b) Despachar la demanda requerida, en base al reconocimiento de precios de energía y potencia que se establecen en el artículo siguiente, que deberán comprometerse explícitamente a aceptar los actores del mercado, para tener derecho a suministrar o recibir electricidad no pactada libremente entre las partes.

De acuerdo a lo previsto en el art. 35 de la ley 24065 el decreto 1192 de julio de 1992 dispuso la creación de CAMMESA sobre la base del Despacho Nacional de Cargas.



La Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A (CAMMESA), es una asociación sin fines de lucro cuyas acciones están en manos de los agentes que actúan en el Mercado, pero no en forma directa sino a través de sus representantes. Dichas acciones se distribuyen de la siguiente manera: Secretaría de Energía (20%) AGEERA (Asociación de Generadores de Energía Eléctrica de la República Argentina)(20%), ADEERA (Asociación de Distribuidores de Energía Eléctrica de la República Argentina)(20%), ATEERA (Asociación de Transmisores de Energía Eléctrica de la República Argentina)(20%) y AGUEERA (Asociación de Grandes Usuarios de Energía Eléctrica de la República Argentina)(20%).

La dirección y administración de CAMMESA está a cargo de un Directorio integrado por diez titulares, cada uno de los tenedores de acciones designará a dos de ellos. El presidente es el Secretario de Energía y el Vicepresidente es otro representante del Estado Nacional. Existe un Comité Ejecutivo de tres miembros cuyo presidente es el Vicepresidente del Directorio, un miembro es nombrado por los grandes usuarios y el otro por la industria eléctrica (AGUEERA, ADEERA o ATEERA).

Las funciones principales de CAMMESA comprenden la coordinación de las operaciones de despacho, por medio del OED (Organismo Encargado del Despacho), la responsabilidad por el establecimiento de los precios mayoristas y la administración de las transacciones económicas que se realizan a través del Sistema Argentino de Interconexión (SADI). Además del despacho técnico y económico del SADI, organiza el abastecimiento de la demanda al mínimo costo compatible con el volumen y la calidad de la oferta energética disponible. (Inciso "B", Artículo 35, Art. 36 y 37, Ley 24065).

CAMMESA supervisa el funcionamiento del Mercado a Término y planifica las necesidades de potencia. La Compañía también actúa como mandataria de los diversos agentes del MEM en lo relativo a la colocación de potencia y energía. Organiza y conduce el uso de las instalaciones de transporte en el Mercado Spot. Actúa como agente de comercialización de la energía y potencia proveniente de importaciones y exportaciones («la compra y venta de energía eléctrica desde o hacia el exterior, realizando las operaciones de importación / exportación consecuentes» - Artículo 3º del Anexo I del Decreto N° 1192 de 1992) y de emprendimientos binacionales. También gestiona cobros, pagos o acreditaciones de las transacciones que se celebren entre los agentes del MEM.

Las actividades de CAMMESA son reguladas por el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), el cual es un organismo autárquico encargado de regular la actividad eléctrica y de controlar que las empresas del sector (generadoras, transportistas y distribuidoras Edenor y Edesur) cumplan con las obligaciones establecidas en el Marco Regulatorio y en los Contratos de Concesión.

Creado en 1993 por la Ley N° 24.065 en el ámbito de la Secretaría de Energía y del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Nación, el ENRE debe llevar a cabo las medidas necesarias para cumplir los objetivos de la política nacional respecto del abastecimiento, transporte y distribución de la electricidad.

2.3.- Generación, Transmisión y Distribución de la energía eléctrica hasta el usuario final

El primer escalón de este sistema es la generación eléctrica, la cual consiste en transformar algún tipo de energía convencional (química, nuclear, térmica, etc.) o alternativa (solar, eólica, hidráulica, etc.) en energía eléctrica.

Esta transformación, se realiza por medio de un proceso llevado a cabo en las centrales de generación, como ser:

- Centrales de generación térmica: en éstas se utiliza un combustible (como ser carbón, petróleo, gas, fuel-oil, gasoil, etc.) para calentar el agua de una caldera que produce vapor. Ese vapor hace girar las paletas de una turbina que transmiten ese movimiento giratorio a un generador de electricidad. Esto hace que se induzca tensión en los paquetes de bobinas del estator. Finalmente, de los terminales del estator es posible extraer energía eléctrica.

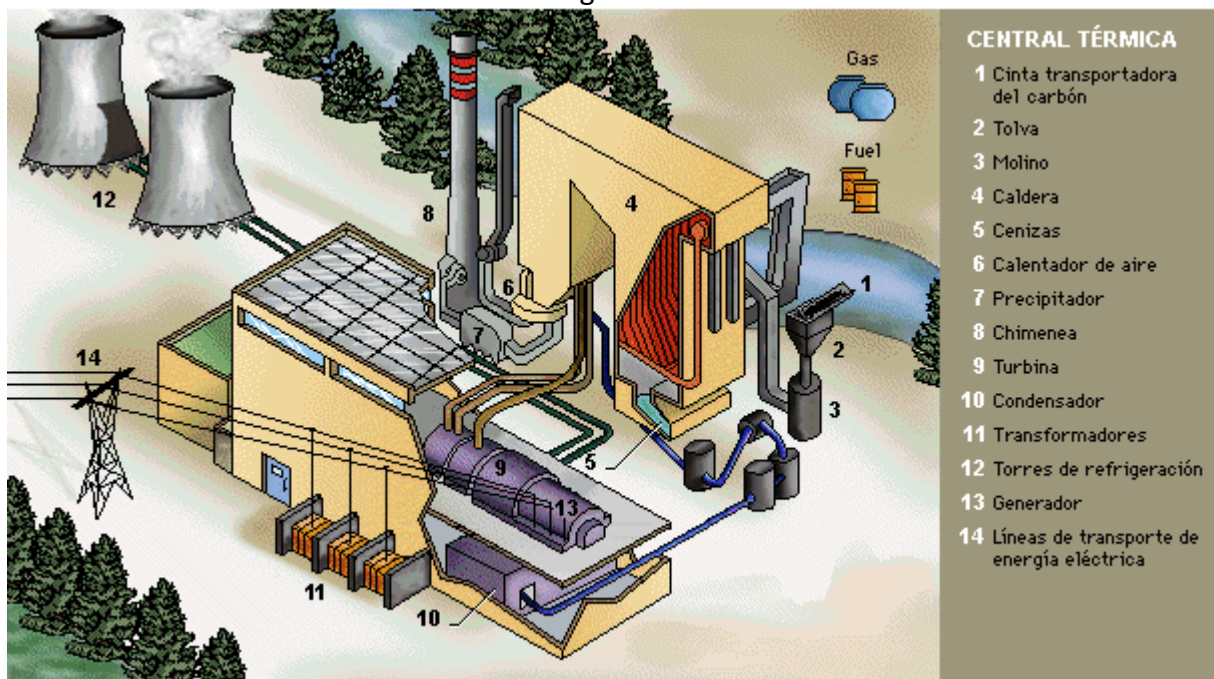


Figura 8 - Esquema de una Central Térmica de Generación

- Centrales de generación nuclear: en este caso hay un gran tanque llamado reactor, donde se coloca Uranio y Agua Pesada. El átomo de uranio, al ser impactado por un neutrón, se rompe, libera mucho calor y dos o tres neutrones nuevos. Cuando uno de estos neutrones le pega a otro átomo de uranio, lo rompe y libera más calor: esto se llama reacción en cadena. El calor producido por la fisión se transporta mediante agua pesada movida por bombas de agua y se utiliza para producir vapor de agua en el generador de vapor, el cual mueve las paletas de una turbina que transmite ese

movimiento giratorio a un generador de electricidad.

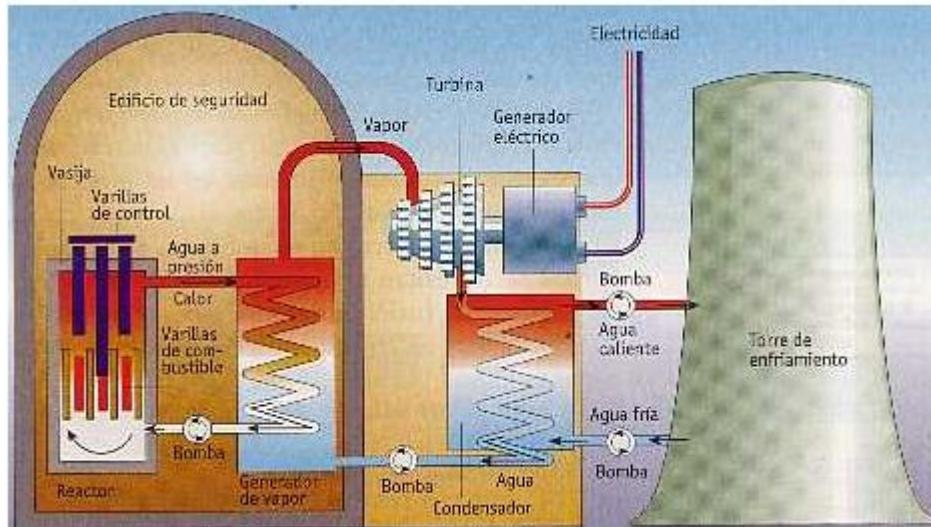


Figura 9 - Esquema de una Central Nuclear de Generación

- Centrales de generación hidroeléctrica: estas utilizan el agua como fuente de energía para producir electricidad, el concepto es similar, pero en vez de hacer girar la turbina por el paso del vapor, lo hace por el paso del agua que proviene de un embalse.

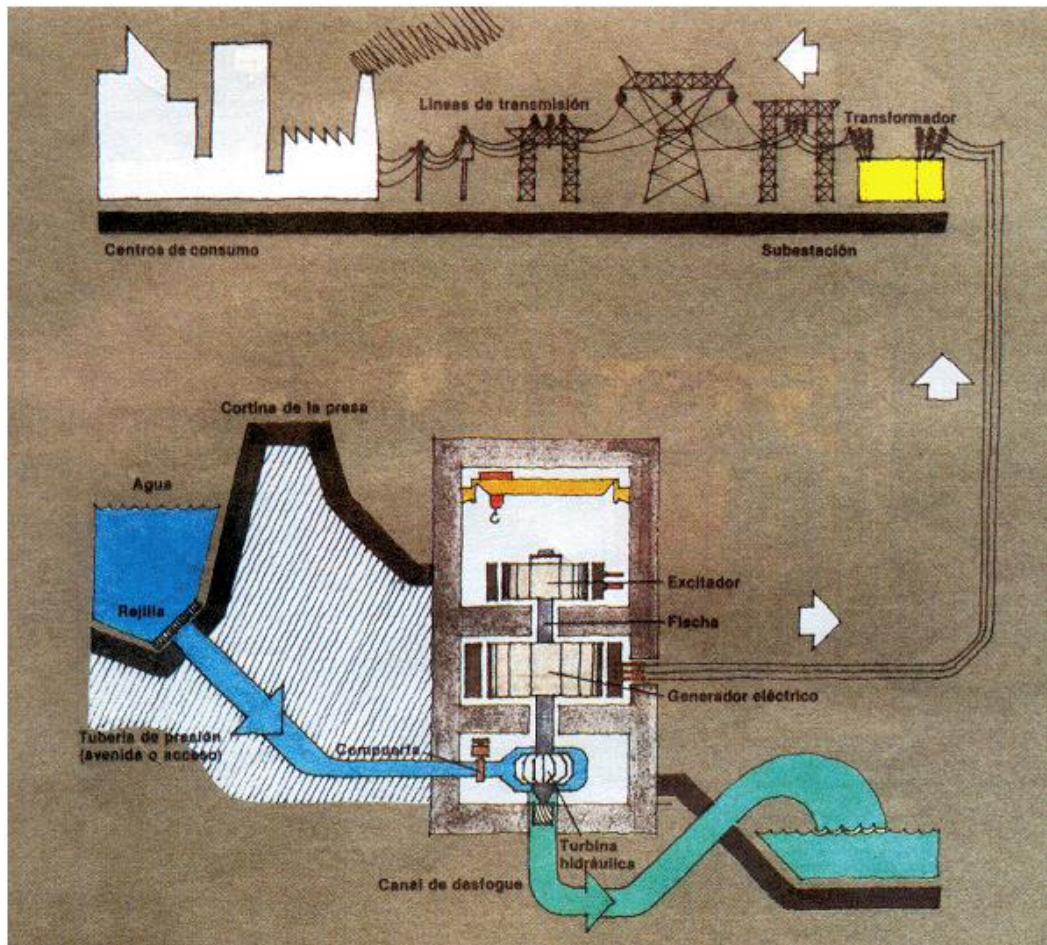


Figura 10 - Esquema de una Central Hidroeléctrica de Generación

Además en nuestro país, existen otro tipo de centrales menos difundidas como ser fotovoltaicas (la transformación de la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica), eólicas (transforma la energía eólica en energía eléctrica), etc.

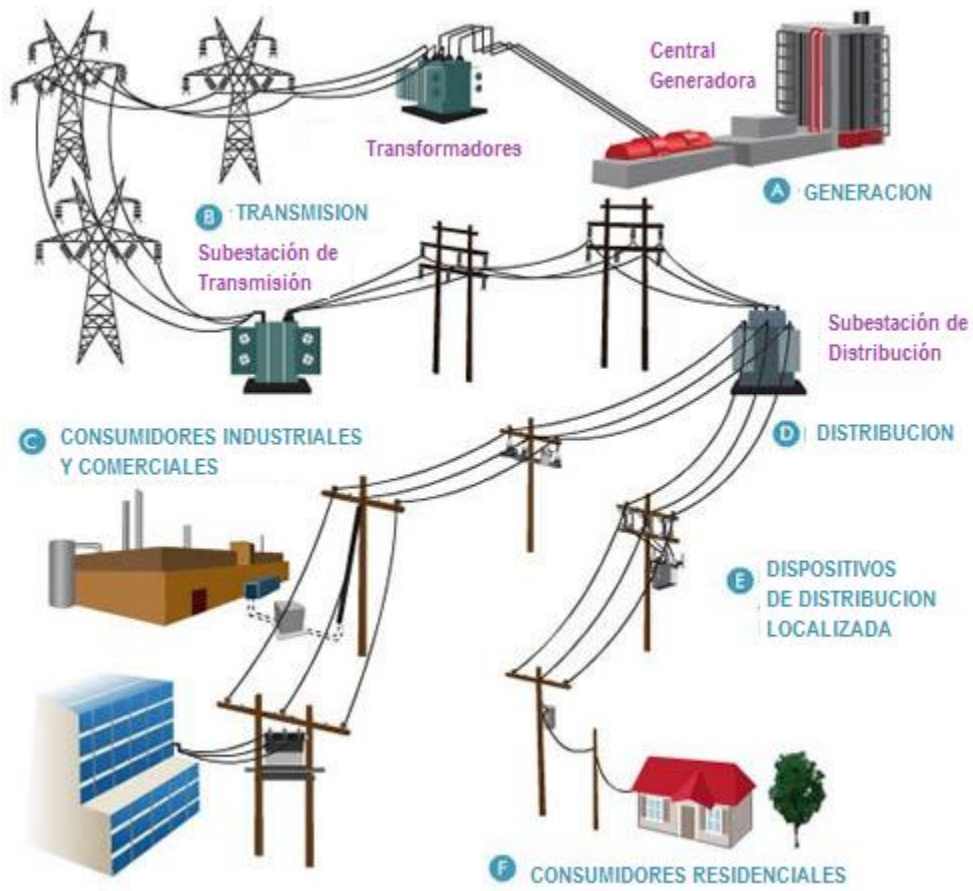


Figura 11 - Generación, Transmisión, Distribución y Usuario Final

Una vez generada la energía eléctrica, la misma se transfiere a transformadores elevadores de tensión. Aquí se eleva el nivel de tensión desde la generación (16.500v) al nivel de transmisión (500.000v).



Figura 12 - Torres de transmisión de energía eléctrica en Alta Tensión

En general, la red que transmite energía a largas distancias, desde las centrales generadoras hasta las subestaciones próximas a los núcleos de población, se denomina red de transmisión masiva de energía eléctrica y opera a muy altas tensiones (500.000v, 330.000v y 220.000v). Luego, en éstas subestaciones eléctricas se vuelve a reducir el nivel de tensión a 132.000v (líneas de subtransmisión), las cuales llevan la energía a las subestaciones de distribución.



Figura 13 - Subestaciones Transformadoras



Figura 14 - Torres de transmisión de energía en Alta Tensión

Finalmente, en las subestaciones de distribución que operan con 66.000v, 33.000v y 13.200v, la energía es reducida y entregada a los usuarios finales a niveles de baja tensión (380v/220v).



Figura 15 - Distribución de energía eléctrica en Media Tensión

Entre los componentes básicos de esta red podemos encontrar las torres de transmisión, conductores/cables, postes de hormigón, transformadores, interruptores, capacitores, dispositivos y equipos de supervisión, protección, y control de la energía.

El sistema de transmisión y distribución se diseña para garantizar una operación fiable, segura y económica de la entrega de energía, sujeta a la demanda de la carga y a limitaciones del sistema.

2.4.-La demanda de Energía Eléctrica

La demanda hace referencia a la cantidad de energía eléctrica que se necesita en un momento determinado para cubrir las necesidades de los usuarios, y se mide en kW. Esto no es algo muy simple de precisar, ya que en realidad no se sabe cuántas cargas va a tener conectadas el usuario en una determinada hora del día.

Por lo tanto, la demanda originada en miles, o cientos de miles de clientes se estudia estadísticamente en función del pasado y de la esperanza de evolución de la economía en su conjunto. La empresa proveedora de los servicios de transmisión y distribución debe preparar su equipamiento para tener la capacidad de suministrar la cantidad de electricidad máxima que se espera que provea. De acuerdo a ello, se dimensiona el tamaño de las líneas eléctricas, los transformadores, subestaciones y otros equipos para proporcionar la energía eléctrica que el usuario necesite en un momento determinado, independientemente si la necesita en un período de 15 minutos o de varios meses.

La demanda determina la inversión que debe realizar la empresa proveedora para suministrar electricidad a diferentes instalaciones de manera efectiva. Tal inversión se

recupera asignando cargos por demanda (en la factura) de acuerdo al consumo de cada cliente.

Se grafica mediante una curva de demanda de potencia diaria (demanda de energía eléctrica en tiempo real), que es el resultado de la medida de la tasa promedio de consumo eléctrico de las instalaciones eléctricas en intervalos de 15 minutos. Esto se hace mediante el uso de un medidor de energía eléctrica, que censa continuamente en lapsos de esa duración el flujo de electricidad que se suministra en el hogar. En general, mientras más aparatos eléctricos se encuentren funcionando al mismo tiempo, mayor es la demanda.

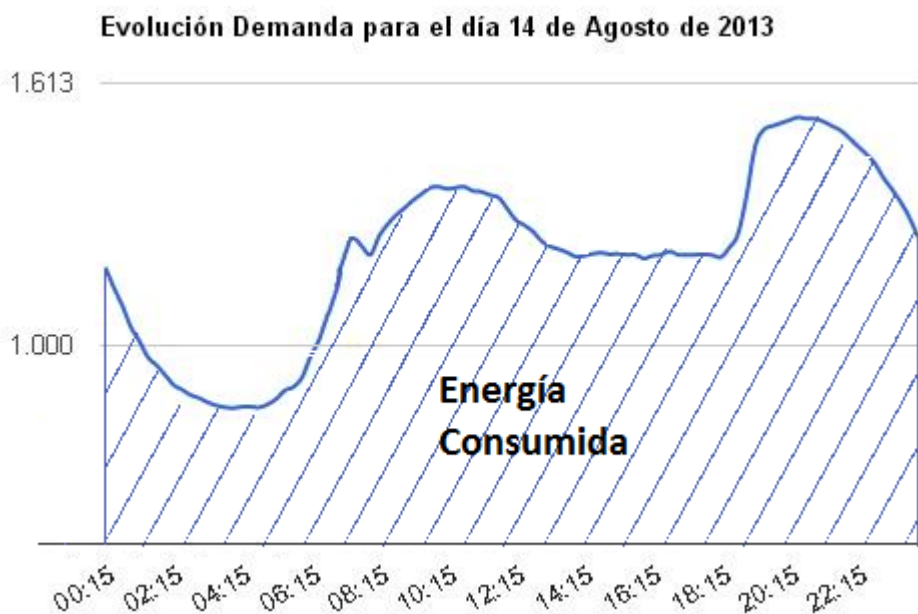


Figura 16 - Curva de demanda de energía eléctrica típica

En las abscisas se representa el tiempo y en las ordenadas la potencia eléctrica demandada. El área que está debajo de la curva formada es la cantidad de energía demandada.

Puede apreciarse que la curva típica de demanda de potencia tiene 2 picos, uno a la mañana alrededor de las 10 hs. (producido por la demanda del sector comercial e industrial) y otro alrededor de las 19 hs. (producido por la demanda del sector residencial, industrial e iluminación urbana).

La integral de esta curva es representativa de la energía consumida por la red en ese día.

$$\int_a^b P(t)dt = E(kWh)$$

Donde a indicaría el límite inferior que son las 0:00 hs. del día y b el límite superior las 24 hs.

La forma de la curva de demanda, depende fundamentalmente si es una carga de tipo residencial, comercial, industrial, del día de la semana, de la estación (invierno, verano) y de los factores climáticos (sobre todo de la temperatura).

Para programar la generación eléctrica a largo plazo se usa la demanda anual que es transformada en una curva de carga ordenada. Esta última se obtiene sumando para cada nivel de potencia demandada el nº de horas en que dicha potencia se ha igualado o superado a lo largo del año. El área que queda debajo de la curva es la Energía demandada E_{Da}.

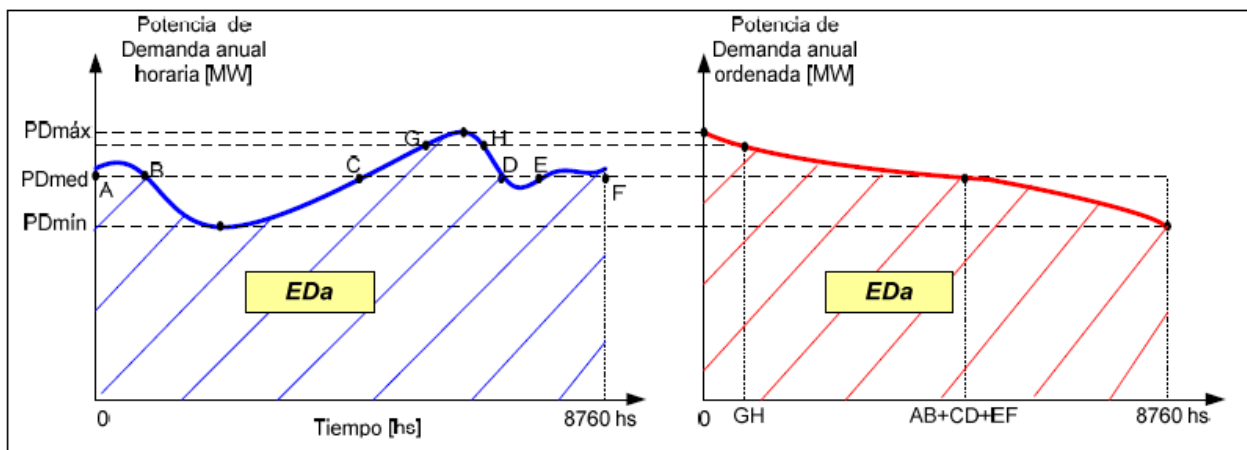


Figura 17 - Curva de demanda de potencia anual horaria y ordenada

Si se divide cada punto de las abscisas de la curva ordenada en el valor 8760 para transformarla en una función de distribución de probabilidad complementaria (decreciente).

2.5.-Parámetros de la demanda

Existen ciertos parámetros o índices que pueden definir características relacionadas con la demanda durante el período de tiempo considerado.

1- La energía demandada o consumida por la carga durante el período de un año E_{Da} (kWh) es equivalente al área debajo de la curva de carga horaria (azul) o curva de carga ordenada (roja).

2-La potencia demandada promedio anual P_{med} (MW).

$$P_{med} \text{ (MW)} = E_{Da} \text{ (MWh)} / 8760 \text{ (h)}$$

3- La demanda máxima P_{max} (MW) es el pico de la demanda que se alcanza en el período de tiempo analizado.

4- La demanda mínima P_{min} (MW) es el valle de la demanda que se alcanza en el período de tiempo analizado.

5- El factor de carga f_{car} : es la relación entre la energía demandada EDa y la energía que demandaría la carga en el período considerado T , si estuviese conectada siempre a su potencia máxima $PDmáx$:

$$f_{car} = \frac{EDa[MWh]}{PDmáx[MW]T[h]} \rightarrow f_{car} = \frac{PDmed[MW]T[h]}{PDmáx[MW]T[h]} \rightarrow f_{car} = \frac{PDmed[MW]}{PDmáx[MW]}$$

2.6.-Parámetros de la generación

La generación eléctrica G debe ser capaz de cubrir tanto la demanda D , como las pérdidas que se producen en todos los elementos del sistema.

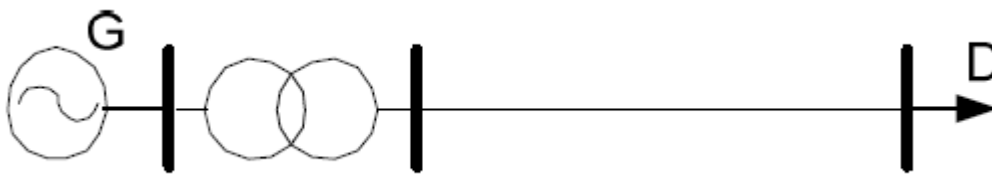


Figura 18 - Esquema de generación y distribución de la energía eléctrica

En general se puede escribir como:

$$\sum_{i=1}^{Ng} PG_i = \sum_{k=1}^{nD} PD_k + \text{pérdidas}$$

Por esta razón, la curva de generación está por encima de la curva de demanda. Si no se toman en cuenta las pérdidas, ambas curvas coinciden.

Del mismo modo que se hizo para encontrar la demanda ordenada, se puede hacer ahora para encontrar la generación ordenada.

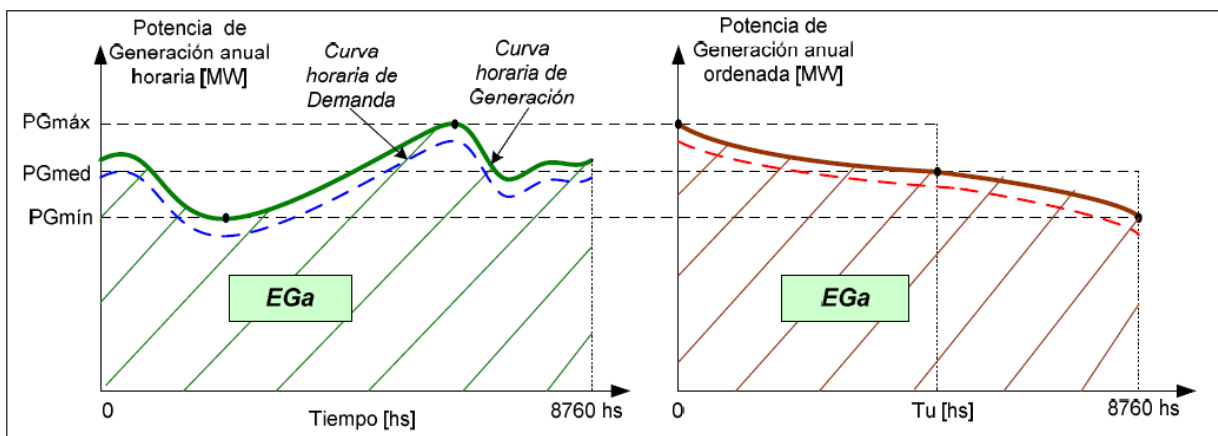


Figura 19 - Curva de generación de potencia anual horaria y ordenada

Existen ciertos parámetros o índices que pueden definir características relacionadas con la generación durante el período de tiempo considerado (generalmente anual).



1- La energía generada en el período de un año EGa (MWh), es equivalente al área debajo de la curva de generación horaria (verde) o curva de carga ordenada (marrón).

2-La potencia generada promedio anual PGmed (MW)

$$PGmed (MW) = EGa (MWh) / 8760 (h)$$

3- La demanda máxima PGmax (MW) es el pico de la generación que se alcanza en el período de tiempo analizado.

4- La demanda mínima PGmin (MW) es el valle de la generación que se alcanza en el período de tiempo analizado.

5- La potencia instalada Pinst (MW), es la suma de las potencias nominales de los grupos generadores que componen el parque de producción.

6- La potencia nominal (PGn) (MW) del sistema, es la suma total de las potencias de placa de los generadores disponibles.

$$PGn = \sum_{i=1}^{Ng} PGn_i \quad \text{donde } Ng = n^{\circ} \text{ de generadores que están disponibles}$$

7- La potencia disponible Pdis (MW), es la suma de todas las potencias de los generadores con que se cuenta en un momento determinado para cubrir el consumo.

8 - La potencia indisponible Pindisp (MW)

Pindisp= (Pinst - Pdis)=potencia de los generadores que se encuentran fuera de servicio por mantenimiento programado (debido a una salida programada), mantenimiento correctivo (debido a una salida por falla o avería) o que no pueden funcionar a potencia nominal por falla parcial.

9- La reserva de potencia PGreserva (MW) del sistema:

$$PGreserva = Pdis - PGmax$$

$$PGreserva = PGreserva \text{ fría} + PGreserva \text{ caliente}$$

PG reserva fría = Reserva de potencia que se encuentra en máquinas que están disponibles pero paradas.

PG reserva caliente = Reserva de potencia que se encuentra en máquinas que están funcionando por debajo de su potencia nominal.

2.7.-Factor de capacidad FC

Es un factor también llamado factor de producción o factor de utilización, que se usa para la generación, como lo es el factor de carga *fcar* para la demanda. Es un indicador numérico (adimensional) en general en base anual, que brinda una idea de cuánto se está usando la capacidad de un conjunto de centrales, de una central o de una máquina de la central (es la medida de su productividad en 8760 hs).



Se lo puede definir usando relaciones de energía o potencia de la central eléctrica.

$$FC = \frac{EGa[MWh]}{PGnom[MW] \cdot 8760[h]} \rightarrow FC = \frac{PGmed[MW] \cdot 8760[h]}{PGnom[MW] \cdot 8760[h]} \rightarrow FC = \frac{PGmed[MW]}{PGnom[MW]}$$

Se recomienda que las instalaciones posean un FC cercano a 1, de esta manera se estará haciendo un mejor uso de su capacidad.

2.8.-Despacho horario del parque generador

Se puede observar a continuación una curva de generación diaria, los distintos tipos de máquinas que cubren la demanda y la potencia disponible e indisponible.

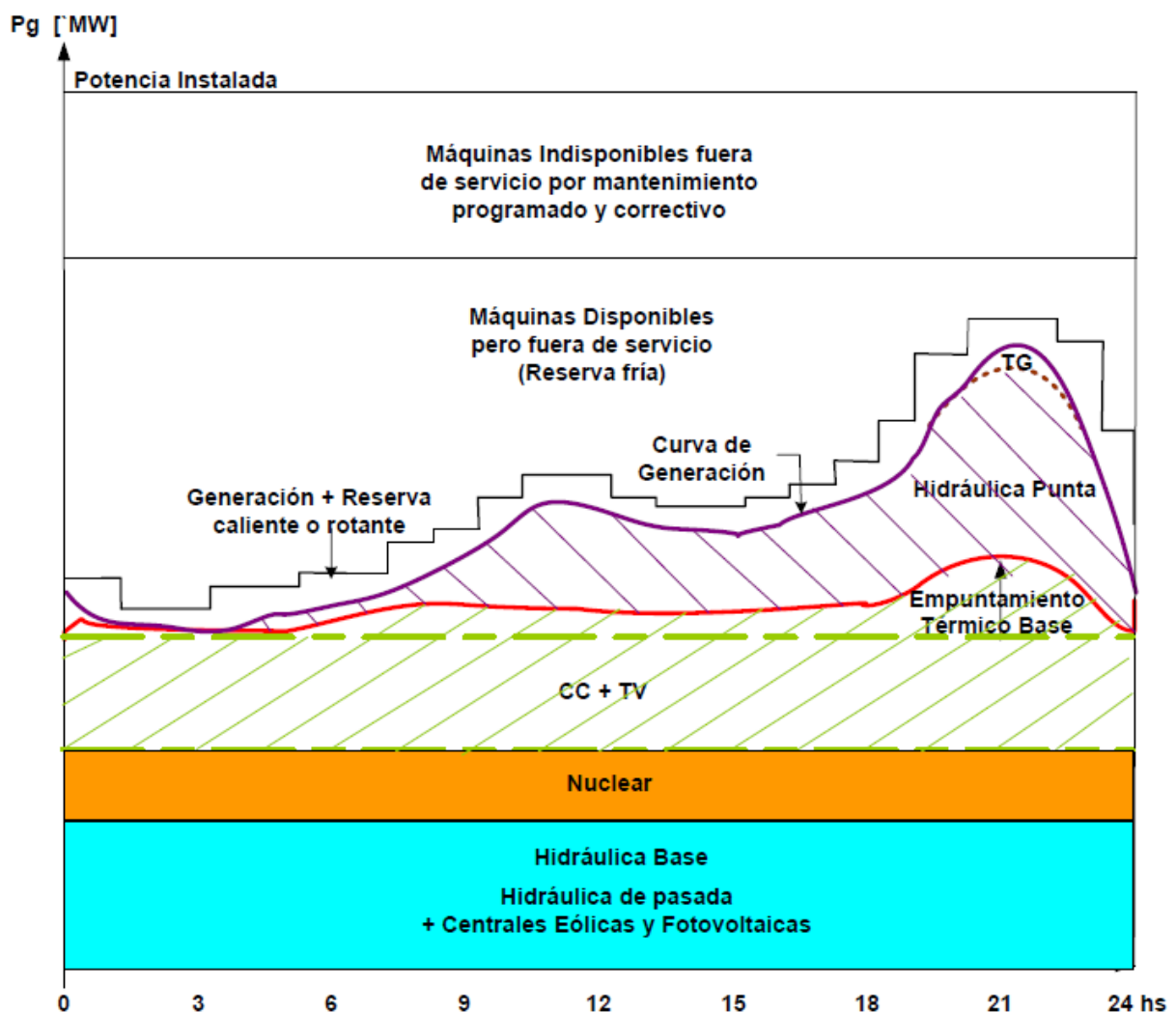


Figura 20 - Curva de generación de potencia diaria

2.9.-La energía eléctrica en la provincia de Córdoba

La Empresa Provincial de Energía Eléctrica de Córdoba (EPEC) es el principal actor en la provincia de Córdoba que se encarga de la generación, transporte y distribución de la

energía eléctrica. Además hay más de 150 cooperativas que existen en toda la provincia quienes son las encargadas de prestar el servicio a los usuarios finales. También podemos mencionar que el servicio prestado hacia los usuarios finales está regulado por el Ente Regulador de Servicios Públicos (ERSeP).

En nuestra provincia, la **Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC)** es un agente reconocido por el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) como generador, distribuidor y transportista de energía eléctrica.

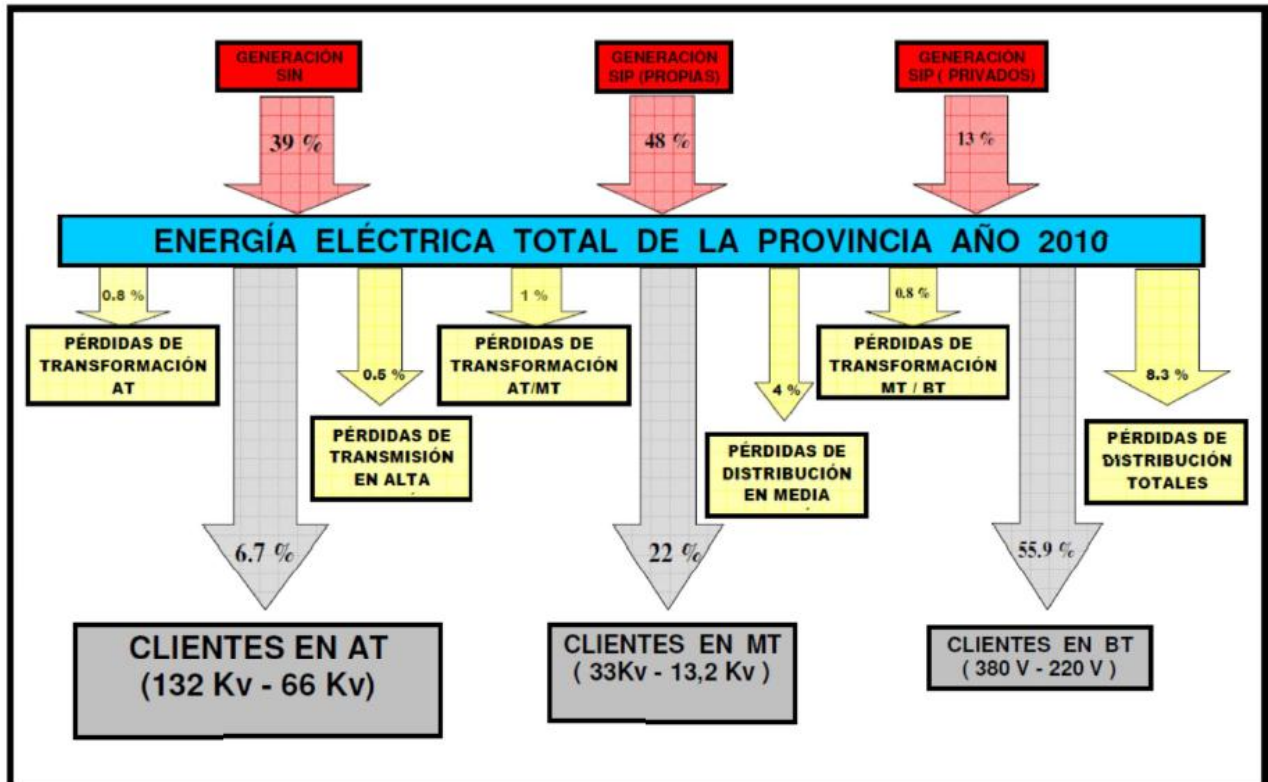


Figura 21 - Porcentajes de EPEC

Como generador, EPEC es asociada de **AGEERA** (Asociación de Generadores de Energía Eléctrica de Argentina).

El sistema de generación y abastecimiento de EPEC está integrado por diez centrales hidráulicas (la viña, la calera, cruz del eje, los molinos 1y2, san roque, Fitz simon, Cassaffousth, Reolín, Piedras Moras, Rio grande), siete centrales térmicas (Bicentenario, Pilar, San Francisco, Villa Maria, Rio Cuarto, Levalle, Sudoeste, Dean Funes), una de Ciclo Combinado (Bicentenario) y una Central de Bombeo (Rio Grande), ubicadas en distintos puntos de la provincia.

Además hay de EPEC hay otros agentes generadores en nuestra provincia, como ser, la Central Nuclear Embalse (CNEA), Central Termoeléctrica 13 de julio (GENERADORA CORDOBA) Central Térmica Isla Verde (ENARSA), Central Biomásica Gral Dehesa, Central Bellville Térmica (ENARSA).



Todas estas centrales generadoras de EPEC funcionan en condiciones óptimas desde el punto de vista económico y ecológico y suman una potencia instalada total de **1.853,3 MW**. (Representa un 6,5 % de la potencia instalada en el país.).

Además EPEC tiene una participación en el mercado eléctrico mayorista (MEM) de (2011) = 3.314 GWh, lo cual representa un 2.78 % de la demanda de energía del SADI en el año 2011.

La electricidad adicional que necesita la provincia se obtiene de operaciones comerciales con el Mercado Eléctrico Mayorista.

Por otra parte, como vemos en el siguiente gráfico, prácticamente en 10 años la cantidad de usuarios de EPEC en la provincia de Córdoba se ha duplicado.

EVOLUCIÓN USUARIOS EPEC



Figura 22 - Evolución de la cantidad de usuarios de EPEC

Del total de usuarios de la provincia de Córdoba el 85,67% corresponden al sector residencial.

AÑO 2013

PROVINCIA DE CORDOBA

Cantidad de usuarios



	Totales	Residencial	Comercial	Industrial	Serv Sanita	Al Público	Tracción	Riego	Oficial	E. Rural	Otros
TOTAL EPEC	980.952	867.952	93.829	3.626	65	5.762	0	0	8.977	741	0
TOTAL COOPERATIVAS	402.738	317.585	47.157	3.556	117	254	0	280	5.824	26.410	1.555
TOTAL GUMEM	67	0	39	28	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL CORDOBA	1.383.757	1.185.537	141.025	7.210	182	6.016	0	280	14.801	27.151	1.555
		85,67%	10,2%	0,52%	0,013%	0,4347%	0	0,02%	1,07%	1,96%	0,1123%

Tabla 1 - Cantidad de usuarios de la energía eléctrica en la Provincia de Córdoba

(Datos de la secretaría de energía año 2013)

Además, como se puede apreciar a continuación, los dos sectores que más facturan energía en la provincia son nuevamente el sector residencial y el industrial.

AÑO 2013

PROVINCIA DE CORDOBA

Facturación a usuario final

Valores expresados en MWh

	Total	Residencial	Comercial	Industrial	Serv Sanita	Al Público	Tracción	Riego	Oficial	E. Rural	Otros
TOTAL EPEC	4.711.820	2.010.547	664.887	1.680.926	1.170	206.566	0	0	143.682	4.042	0
TOTAL COOPERATIVAS	2.115.843	704.000	359.003	568.400	20.350	114.368	0	56.253	47.924	226.277	19.268
TOTAL GUMEM	687.996	0	76.024	611.972	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL CORDOBA	7.515.658	2.714.547	1.099.913	2.861.298	21.520	320.935	0	56.253	191.606	230.319	19.268
		36,12%	14,64%	38,07%	0,29%	4,24%	0	0,75%	2,55%	3,06%	0,27%

Tabla 2 - Facturación a usuario final de la energía eléctrica en la Provincia de Córdoba

(Datos de la secretaría de energía año 2013)

Teniendo en cuenta estos datos estadísticos, podemos decir que en la actualidad el usuario final del sector residencial pasa a ser un actor influyente del SADI.

2.10.-El usuario final del sector residencial

A continuación repasaremos los principales conceptos y definiciones dados para una instalación eléctrica residencial.

2.10.1-Instalación eléctrica residencial típica

Se entiende como instalación eléctrica residencial al conjunto formado por el tendido de cañerías, conductores, artefactos de iluminación, tomacorrientes y demás elementos y dispositivos de maniobra y protección que se combinan para el aprovechamiento y utilización de la energía eléctrica en el hogar.

En Argentina, los esfuerzos por consolidar la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas se evidencian en su legislación nacional. El Decreto 351/79, reglamentario de la Ley N.º 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo en el Anexo VI establece la obligatoriedad de cumplir con la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones de la Asociación Electrotécnica Argentina. Además el Decreto 911/1996, reglamentario de la Ley N.º 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, aplicable a la industria de la Construcción,

en su sección Instalaciones Eléctricas establece que "Toda instalación deberá proyectarse como instalación permanente, siguiendo las disposiciones de la Asociación Electrotécnica Argentina". Las Provincias y sus Municipios han asimilado la mencionada normativa de alcance nacional y en casos puntuales se sumaron a los esfuerzos colectivos reglamentando su cumplimiento con el apoyo de los Colegios Profesionales.

Para el proyecto de una instalación eléctrica, deben tenerse en cuenta la preservación de los factores siguientes:

- La protección de las personas, los animales domésticos y los bienes.
- El correcto funcionamiento de la instalación eléctrica para el uso previsto.

Una instalación eléctrica se considera segura cuando se cumplen simultáneamente las directivas de la reglamentación y las normas de producto aplicables a todos los componentes constitutivos de la instalación. Por eso, es muy importante y es obligatorio el uso de productos normalizados y certificados según correspondiese a las normas IRAM o IEC que le sean aplicables, con las restricciones que se establezcan en la reglamentación.

2.10.2.-Instalaciones Eléctricas según la Reglamentación N° 90364 (AEA)

En este proyecto integrador aplicaremos el concepto de la instalación eléctrica propiamente dicho, aguas abajo del medidor de energía eléctrica, en la cual tiene aplicación la Parte 7 de la reglamentación de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) N°90364. Para la ejecución de instalaciones eléctricas de suministro y medición en baja tensión debemos remitirnos a la reglamentación AEA 95150 (aguas arriba del medidor de energía).

Esquema típico de distribución eléctrica en inmuebles

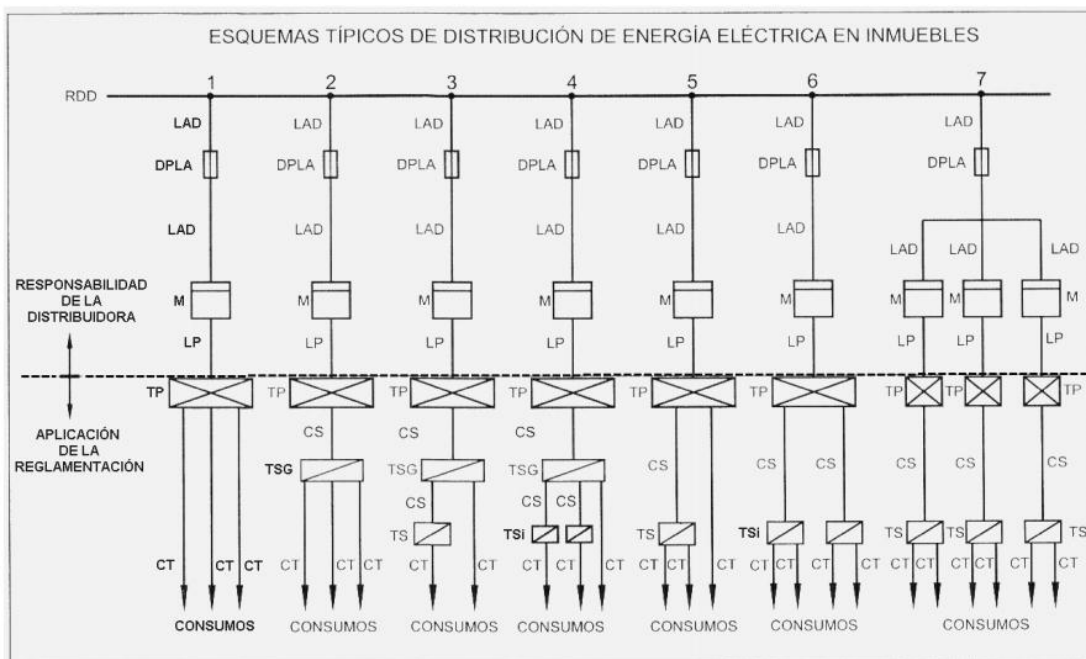


Figura 23 - Esquema típico de distribución eléctrica en inmuebles



Abreviaturas	Significados
RDD	Red de Distribución de la Distribuidora
LAD	Línea de Alimentación de la Distribuidora
DPLA	Dispositivo de Protección de la Línea de Alimentación de la Distribuidora
M	Medidor de energía
LP	Línea Principal de la Distribuidora
TP	Tablero Principal
CS	Circuito Seccional o de distribución
TSG	Tablero Seccional General
TS ó TSi	Tablero Seccional o Tablero Seccional N° i
CT	Circuito Terminal

Tabla 3 - Abreviaturas y significados en diagrama de distribución eléctrica en inmuebles (AEA)

2.10.2.1.-Definiciones

Líneas y circuitos

Los circuitos o líneas deberán ser por lo menos bifilares, es decir con un conductor de fase y un conductor de neutro.

Línea de alimentación (LAD): es la que vincula la red de la Empresa Distribuidora de Energía con los bornes de entrada del medidor de energía.

Línea principal (LP): es la que vincula los bornes de salida del medidor de energía con los bornes o barras de entrada del tablero principal. Estos bornes o barras son el punto de origen de la instalación de la vivienda, oficina o local unitario. En caso de que no existan bornes o barras de entrada, se entenderá por éstos a los bornes de alimentación del interruptor automático principal.

Circuito seccional o de distribución (CS): es el que vincula los bornes de salida de un dispositivo de maniobra y protección de un tablero con los bornes de entrada del siguiente tablero.

Circuito terminal (CT): es el que vincula los bornes de salida de un dispositivo de maniobra y protección con los puntos de utilización.

Clasificación de los circuitos terminales. Bocas y cajas.

Boca: punto de una línea de circuito o circuito terminal, donde se conecta el aparato utilizador por medio de borneras, tomacorrientes o conexiones fijas.

Caja de paso: caja a la que ingresan y egresan el mismo número de circuitos, sin que ninguno de ellos tenga derivación alguna.



Caja de paso y derivación: aquella caja a la que ingresan y egresan el mismo número de circuitos, pudiendo tener alguno de ellos derivaciones.

Caja de derivación: aquella caja a la que ingresan y egresan el mismo número de circuitos, teniendo todos por lo menos una derivación.

Circuitos para usos generales

Son circuitos monofásicos que alimentan bocas de salida para iluminación y bocas de salida para tomacorrientes. Se utilizan esencialmente en el interior de superficies cubiertas. Las conexiones fijas o de tomacorrientes 2P+T de 10A, serán conformes a la norma IRAM 2071 o de 16A según IEC 60309.

Circuitos de iluminación para uso general (IUG): En cuyas bocas de salida podrán conectarse artefactos de iluminación, ventilación, combinaciones de ellos, u otras cargas unitarias, cuya corriente de funcionamiento permanente no sea mayor a 10A. Estos circuitos contarán con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor a 16A y el número máximo de bocas de salida será de quince (15).

Circuitos de tomacorrientes para uso general (TUG): En cuyas bocas de salida podrán conectarse cargas unitarias de no más de 10A. Estos circuitos contarán con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor de 20A y el número de bocas de salida será de quince (15).

Circuitos para usos especiales

Son circuitos monofásicos que alimentan cargas que no se pueden manejar por medio de circuitos de uso general, sea porque se trata de consumos unitarios mayores que los admitidos, o de consumos a la intemperie (por ejemplo: parques, jardines, patios, terrazas, etc.). Los circuitos para usos especiales contarán con protecciones en ambos polos para una corriente no mayor de 32A y el número máximo de bocas de salida es de doce (12).

Circuitos de iluminación de uso especial (sigla IUE), en cuyas bocas deben conectarse exclusivamente artefactos de iluminación. Este tipo de circuitos debe ser empleado para iluminación de lugares a la intemperie, aunque pueden incorporar bocas de iluminación de uso especial en espacios semicubiertos o en el interior del inmueble. Se recomienda, por razones funcionales, que los circuitos para la electrificación de lugares a la intemperie sean independientes.

Circuitos de tomacorrientes de uso especial (Sigla TUE), en cuyas bocas de salida pueden conectarse cargas unitarias, de hasta 20A. En cada boca de salida con tomacorrientes de 20A, se podrán instalar tomacorrientes adicionales de 10A tipo 2P+T, conforme a la norma IRAM 2071. Este tipo de circuitos debe ser empleado para la electrificación de lugares a la intemperie, aunque pueden incorporar bocas de tomas de usos especiales en espacios semicubiertos o en el interior del inmueble. Se recomienda, por razones funcionales, que los circuitos para la electrificación de lugares a la intemperie sean independientes.



Circuitos para usos específicos: son circuitos monofásicos o trifásicos que alimentan cargas no comprendidas en las definiciones anteriores (ejemplos: circuitos de alimentación de fuentes de muy baja tensión, tales como las de comunicaciones internas del inmueble; circuitos de alimentación de unidades condensadoras de un sistema de climatización central; etc.) sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o por medio de tomacorrientes previstos para esa única función.

La utilización de estos circuitos en viviendas es suplementaria y no exime del cumplimiento del número mínimo de circuitos y de los puntos mínimos de utilización para cada grado de electrificación.

Circuitos para uso específico que alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento NO es directamente la de la red de alimentación.

Circuitos de muy baja tensión sin puesta a tierra con tensión máxima de 24v (sigla MBTS), en cuyas bocas de salida pueden conectarse cargas predeterminadas, sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o de fichas y tomacorrientes para las tensiones respectivas. La alimentación de la fuente de MBTS se hará por medio de un circuito de alimentación de carga única ACU con sus correspondientes protecciones.

Circuitos de alimentación de tensión estabilizada (sigla ATE), destinados a equipos o redes que requieran para su funcionamiento, ya sea por prescripciones de diseño o necesidades del usuario, tensión estabilizada o sistema de energía ininterrumpida (UPS). Los dispositivos de maniobra y protección del o de los circuitos ATE, interruptores automáticos e interruptores diferenciales, se colocarán a partir de la o de las salidas de la fuente en un tablero destinado para tal fin.

Los circuitos ATE deberán tener como máximo quince (15) bocas. La alimentación a la fuente de tensión estabilizada o UPS se realizará por medio de un circuito de alimentación de carga única ACU con sus correspondientes protecciones.

Circuitos para uso específico que alimentan cargas cuya tensión de funcionamiento es la correspondiente a la red de alimentación (220 - 380v)

Circuitos de alimentación monofásica de pequeños motores (sigla APM), en cuyas bocas de salida pueden conectarse cargas destinadas a ventilación, convección forzada, accionamientos para puertas, portones, cortinas, heladeras comerciales, etc. u otras cargas unitarias de características similares. El número máximo de bocas será de quince (15), la carga máxima por boca de 10A y la protección del circuito no puede ser mayor que 25A.

Circuitos de alimentación monofásica o trifásica de carga única (sigla ACU), alimentan una carga unitaria que así lo requiere a partir de cualquier tipo de tablero, sin derivación alguna de la línea.

Circuitos de alimentación monofásica de fuentes para consumos con muy baja tensión funcional (sigla MBTF), en cuyas bocas de salida pueden conectarse sistemas de portero eléctrico, centrales telefónicas, sistemas de seguridad, etc. El número máximo de bocas (en 220v) será de quince (15), la carga máxima por boca de 10A y la protección del circuito no puede ser mayor que 20A.



Circuitos de iluminación trifásica específica (sigla ITE). En Oficinas y locales con presencia permanente de personal de mantenimiento u operación BA4 o BA5, se podrán emplear además de los IUG o los IUE, circuitos trifásicos específicos, de donde se deriven sistemas de iluminación. En las bocas de estos circuitos de iluminación trifásica específica (ITE), debe conectarse exclusivamente artefactos de iluminación, sea por medio de conexiones fijas (uniones o borneras) o por medio de tomacorrientes tipo 2P+T de 10A o de 20A, conformes a la norma IRAM 2071, o de 16A, conforme a la norma IRAM-IEC 60309 o IEC 60309. Este tipo de circuitos puede ser empleado para la iluminación de lugares a la intemperie, en espacios semicubiertos o en el interior del inmueble. Cuando se emplean estos circuitos para la iluminación exterior sus protecciones deben ser exclusivas e independientes de cualquier otro circuito interior. El número máximo de bocas por fase o línea será de 12 y la carga máxima por boca de 10A.

Cada uno de estos circuitos trifásicos para sistemas de iluminación deberá ser protegido por dispositivos omnipolares, con todos sus polos protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos (si existe distribución de conductor neutro, el dispositivo de protección será tetrapolar con el neutro protegido).

Otros circuitos específicos monofásicos o trifásicos (sigla OCE), alimentan cargas no comprendidas en las descripciones anteriores.

Síntesis de los tipos de circuitos				
Tipo de circuito	Designación	Sigla	Máxima cantidad de bocas	Máximo calibre de protección
Uso General (monofásicos – para interiores)	Iluminación uso general (consumo máx. por boca: 6 A)	IUG	15	16 A
	Tomacorriente uso general (consumo máx. por boca: 10 A)	TUG	15	20 A
Uso Especial (monofásicos – para consumos mayores a los admitidos o para exteriores)	Iluminación uso especial	IUE	12	32 A
	Tomacorriente uso especial (consumo máx. por boca: 20 A – ver Reglamentación)	TUE	12	32 A
Uso específico (monofásicos o trifásicos – bombas elevadoras de agua, alimentación de unidades condensadoras de sistemas de climatización, etc.- ver Regl.)	Alimentación a fuentes de muy baja tensión funcional	MBTF	15	20 A
	Salidas de fuentes de muy baja tensión funcional	-----	Sin límite	Responsabilidad del proyectista
	Alimentación de pequeños motores	APM	15	25 A
	Alimentación tensión estabilizada	ATE	15	Responsabilidad del proyectista
	Circuito de muy baja tensión sin puesta a tierra	MBTS	Sin límite	
	Alimentación carga única	ACU	No corresponde	
	Iluminación trifásica específica	ITE	12 por fase	
Otros circuitos específicos	OCE	Sin límite		

Tabla 4 - Síntesis de los tipos de circuitos según reglamentación AEA N°90364



Requisitos para instalar más de un circuito en un mismo caño.

En un mismo caño se pueden instalar hasta un máximo de 3 circuitos de usos generales, si se cumplen los siguientes requisitos:

- Todos los circuitos deben pertenecer a la misma fase.
- La carga máxima simultánea de los circuitos debe ser menor de 20 A.
- Los circuitos en conjunto pueden alimentar hasta un máximo de 15 bocas.
- En una misma boca no se deben montar artefactos o equipos alimentados por diferentes circuitos.
- Los circuitos especiales se deben montar en cañerías independientes.
- Los circuitos de conexión fija se deben montar en cañerías independientes.

2.10.2.2.-Grados de electrificación.

Se establece el grado de electrificación de un inmueble a los efectos de determinar, en la instalación, el número de circuitos y los puntos de utilización que deberán considerarse como mínimo para usos generales o para usos especiales, donde su utilización no se encuentra definida "a priori" sino que surge de estimaciones estadísticas generales.

A los efectos de la Reglamentación la superficie a considerar, también denominada "límite de la aplicación", será la superficie cubierta del inmueble más el 50 % de la superficie semicubierta. Se entiende por superficie cubierta a la suma de las superficies de todos los locales, incluyendo voladizos, sección horizontal de tabiques y muros hasta las líneas medianeras. Se entiende por superficie semicubierta al cerramiento de un techo cuando en su contorno faltan una o varias paredes, o si las tiene, las mismas no producen un cierre total.

Los grados de electrificación son cuatro:

1. Grado de electrificación mínimo.
2. Grado de electrificación medio.
3. Grado de electrificación elevado.
4. Grado de electrificación superior.

Su determinación resultará de los pasos siguientes:

- a) con la superficie del inmueble (cubierta + 50% de la semicubierta) se predetermina el grado de electrificación según la tabla correspondiente;
- b) Se identifican los puntos de utilización mínimos;
- c) Se asignan dichos puntos al tipo y número de circuitos que corresponda, según el grado de electrificación predeterminado; y
- d) Se calcula la demanda de potencia máxima simultánea (DPMS). Si el resultado es igual o menor que el límite de potencia indicado en la tabla de grados de electrificación para el tipo de inmueble considerado, el proceso ha finalizado. En caso contrario, se itera el



procedimiento anterior, predeterminando en a) el grado de electrificación inmediato superior.

Grados de electrificación para viviendas unitarias		
Grado de electrificación	Superficie (límite de la aplicación)	Demanda de potencia máxima simultánea ⁽¹⁾ (DPMS)
Mínimo	Hasta 60 m ²	Hasta 3,7 kVA (3.700 VA)
Medio	Más de 60 m ² hasta 130 m ²	Hasta 7 kVA (7.000VA)
Elevado	Más de 130 m ² hasta 200 m ²	Hasta 11 kVA (11.000 VA)
Superior	Más de 200 m ²	Más de 11 kVA (> 11.000 VA)

⁽¹⁾ sólo para determinar el grado de electrificación

Tabla5 - Grados de electrificación para viviendas unitarias según reglamentación AEA N°90364

Número mínimo de circuitos en las viviendas

La instalación eléctrica del inmueble tendrá el tipo y número mínimo de circuitos de acuerdo con el grado de electrificación determinado, según se indica a continuación en la siguiente tabla:

Número mínimo de circuitos en las viviendas –unitarias-							
Grado de electrificación	Cantidad mínima de circuitos	Tipo de circuitos					
		Variante	IUG	TUG	IUE	TUE	Circuito de libre elección ⁽¹⁾
Mínimo	2	Única	1	1	---	---	---
Medio	3	a)	1	1	1	---	---
		b)	1	1	---	1	---
		c)	2	1	---	---	---
		d)	1	2	---	---	---
Elevado	5	Única	2	2	---	1	---
Superior	6	Única	2	2	---	1	1

Tabla 6- Número mínimo de circuitos en las viviendas unitarias según reglamentación AEA N°90364

Nota: (1) Se adiciona el circuito de libre elección para completar el número mínimo requerido por el grado de electrificación determinado. Se pueden utilizar cualquiera de los circuitos tipificados en la tabla “Síntesis de los tipos de circuitos”.



2.10.2.3.-Número mínimo de puntos de utilización en viviendas.

Algunos criterios a tener en cuenta extraídos de la Reglamentación:

- Se considera que las viviendas con superficie inferior a 130 m² no poseen dormitorios de superficie mayor a 36 m². Si este caso fuese factible, los puntos mínimos de utilización serán tomados del grado de electrificación “elevado”.
- Para las viviendas conocidas como “loft” deberá considerarse el grado de electrificación de su superficie total.
- Los ventiladores de techo o extractores de aire podrán cargarse a los circuitos de iluminación para uso general o especial, ya sea conectados en forma fija o por medio de tomacorrientes. A los efectos del cálculo de la demanda, cada uno de ellos se computará como una boca de iluminación.
- Se considera como toilette a un cuarto de baño que no posee bañera o receptáculo para ducha. En estos ambientes el tomacorriente requerido en los puntos mínimos de utilización podrá cargarse al circuito de iluminación.
- Si fuese necesario instalar bocas de salida mixtas (interruptor de un efecto y un tomacorriente), el tomacorriente de las mismas deberá estar conectado al circuito de iluminación presente en la caja. A los efectos del cálculo de la demanda de potencia máxima simultánea, debe asignarse el valor indicado en tabla para “Iluminación para uso general con tomacorrientes derivados”, cuyo valor mínimo es de 2200 VA por cada circuito. Y para establecer la máxima cantidad de bocas por circuito, estas bocas de salida mixtas deberán computarse como una boca.



Número mínimo de puntos de utilización en viviendas				
Ambiente	Grado de electrificación	Puntos mínimos de utilización		
		IUG	TUG	TUE
Sala de estar y comedor, escritorio, estudio, biblioteca o similar en viviendas	Mínimo	1 boca cada 18m ² de sup. o fracción (mínimo 1)	1 boca cada 6m ² o fracción (mín. 2)	---
	Medio			---
	Elevado			1 boca si la sup. de los ambientes es > 36 m ²
	Superior			
Dormitorio (superficie < 10 m ²)	Mínimo	1 boca	2 bocas	---
	Medio			
	Elevado			
	Superior			
Dormitorio (superficie ≥ 10 m ² hasta 36 m ²)	Mínimo	1 boca	3 bocas	---
	Medio			
	Elevado			
	Superior			
Dormitorio (superficie ≥ 36 m ²)	Elevado	2 bocas	3 bocas	1 boca
	Superior			
Cocina	Mínimo	2 bocas	3 bocas + 2 tomas	---
	Medio		3 bocas + 2 tomas	---
	Elevado		3 bocas + 3 tomas	1 boca
	Superior		4 bocas + 3 tomas	
Baño (para toliette ver Reglamentación)	Mínimo	1 boca	1 boca	---
	Medio			
	Elevado			
	Superior			
Vestíbulo, garage, hall, galería, vestidor, comedor diario o similar	Mínimo	1 boca	1 boca	---
	Medio		1 boca cada 12m ² de sup. o fracción (mínimo 1 boca)	
	Elevado			
	Superior			
Pasillo, balcones, atrios o similares	Mínimo	1 boca cada 5m de longitud o fracción	---	---
	Medio		1 boca cada 5m de longitud o fracción (pasillos de L>2m)	
	Elevado			
	Superior			
Lavadero	Mínimo	1 boca	1 boca	---
	Medio		2 bocas	---
	Elevado			1 boca
	Superior			

Tabla 7- Número mínimo de puntos de utilización en viviendas según reglamentación AEA N°90364



2.10.2.4.-Carga total correspondiente a un inmueble

En toda vivienda, oficina o local unitario, la carga total se determinará sumando las demandas de potencia máxima simultánea que determine el grado de electrificación y la de los circuitos dedicados a cargas específicas.

2.10.2.5.-Demanda de Potencia Máxima Simultánea para la determinación del grado de electrificación (valor mínimo de la potencia máxima simultánea)

Con el fin de determinar el grado de electrificación, la demanda aquí calculada es a los efectos del dimensionamiento de los conductores y los dispositivos de protección y conexas correspondientes, como así también el número mínimo de circuitos y de puntos de utilización, compatibles con el uso previsto de las instalaciones.

La Demanda de Potencia Máxima Simultánea, para el cálculo del grado de electrificación, se calculará sumando la potencia máxima simultánea de cada uno de los circuitos de uso general y especial correspondientes, tomando como mínimo para cada uno de ellos, los valores de la tabla siguiente:

Demanda Máxima de Potencia Simultánea - DPMS		
Circuito	Valor mínimo⁽¹⁾ de potencia máxima simultánea	
	Viviendas	Oficinas y locales
IUG – sin tomas derivados	66 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 150 VA cada uno	100 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 150 VA cada uno
IUG – con tomas derivados	2200 VA por cada circuito	
TUG	2200 VA por cada circuito	
IUE	66 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 500 VA cada uno	100 % de la que resulte al considerar todos los puntos de utilización previstos, a razón de 500 VA cada uno
TUE	3300 VA por cada circuito	

Tabla 8 - Demanda máxima de potencia simultánea según reglamentación AEA N°90364

Nota (1): Los valores indicados en esta tabla deben considerarse como mínimos debido a la situación de “incertidumbre de las cargas” a conectar. No obstante, si los consumos fueran conocidos y superasen estos mínimos, la demanda de potencia máxima simultánea deberá calcularse en función de los mayores valores.

Al resultado obtenido se le podrá aplicar un coeficiente de simultaneidad según el grado de electrificación que corresponda:



Grado de electrificación	Coefficiente de simultaneidad
Mínimo	1
Medio	0,9
Elevado	0,8
Superior	0,7

Tabla 9 - Coeficientes de simultaneidad para los distintos grados de electrificación según reglamentación AEA N°90364

En el grado de electrificación Mínimo no hay cambios pues el coeficiente es 1, pero en los demás grados de electrificación baja y si la DPMS se excede, con este coeficiente la DPMS puede quedar en buenas condiciones dentro del grado de electrificación previsto.

Si una vez aplicado el coeficiente de simultaneidad ocurriera que la Potencia Máxima Simultánea así calculada correspondiese a un grado de electrificación inferior, a todos los efectos se mantendrá el grado de electrificación anterior a la aplicación del coeficiente de simultaneidad.

Para calcular la DPMS de circuitos dedicados a cargas específicas, se suman las potencias de tales circuitos multiplicados por los coeficientes de simultaneidad que corresponden en función de las características de las cargas y de la probabilidad de funcionamiento simultáneo.

2.10.2.6.-Cálculo de la Carga Total para viviendas, oficinas o locales (unitarios)

La carga total se calcula sumando los resultados de la DPMS correspondiente al grado de electrificación, más la DPMS de los circuitos dedicados a cargas específicas, si los hubiere.

2.10.2.7.-Tipos de canalizaciones, conductores, cables y formas de instalación

En las instalaciones fijas deben utilizarse exclusivamente conductores aislados o cables, no propagantes de la llama y no propagantes del incendio; estos cables y conductores deberán tener una tensión nominal de como mínimo 450/750v. Además, todas las canalizaciones deben ser no propagantes de llama.

Canalizaciones, conductores y cables permitidos

- conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 (IRAM 2183) o IRAM 62267 colocados en conductos no registrables (conductos “bajo piso”) o en cañerías, embutidos o a la vista, colocados en sistemas de cablecanales o en perfiles registrables con tapa removible por el uso de herramientas (por ejemplo los denominados tipo “C”), a la vista.
- conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 (IRAM 2183) o IRAM 62267, color verde-amarillo, o desnudos, de acuerdo con la norma IRAM 2004 o IRAM NM 280 Clase 2, en bandejas portacables con la única función de conductor de protección.
- blindobarras o canalizaciones eléctricas prefabricadas normalizadas.



- d. cables preensamblados en líneas aéreas exteriores según norma IRAM 2164 e IRAM 2263, con neutro concéntrico de acuerdo con la norma IRAM 63001 y cables unipolares aislados en polietileno reticulado que cumplan con la norma IRAM 63002.
- e. cables según normas IRAM 2178, IRAM 2268 o IRAM 62266:
 - e.1) Colocados en cañerías, conductos o sistemas de cablecanales: embutidos o a la vista.
 - e.2) En bandejas portacables a una altura superior de 2,2m
 - e.3) En bandejas portacables por el interior de plenos (conducto vertical de mampostería o cámara de aire para albergar a las canalizaciones de la columna montante)
 - e.4) En bandejas portacables sobre cielorrasos suspendidos
 - e.5) En bandejas portacables en montantes cerradas, accesibles solamente mediante el desmontaje de tapas o paneles por medio de herramientas.
 - e.6) Bajo pisos elevados (pisos técnicos) o en canales de cables.
 - e.7) Subterráneos; enterrados directamente o en conductos
 - e.8) Dentro de perfiles tipo "C" con tapa o sin ella.
 - e.9) Fijados a más de 2,5m de altura sobre paredes de materiales no combustibles.
 - e.10) En forma aérea en exteriores con soporte guía o fiador, de acuerdo a prescripciones de la reglamentación.

Canalizaciones embutidas, ocultas y a la vista y sus accesorios

El recorrido de las canalizaciones deberá respetar la ortogonalidad de los ambientes, siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.

En particular, el borde de la caja más cercano a marcos, solados y techos, se ubicará a no más de 0,25m de la arista externa de cada marco de aberturas colocadas en obra, a no más de 0,30m de los cielorrasos o techos y no más de 0,20m de los solados.

No se permiten los tendidos en diagonal.

Los tendidos estarán formados por líneas rectas unidas por radio de curvatura adecuado al tipo de canalización y conductores, no debiendo superar excesivamente estos radios, es decir no se permite un tendido formado solamente por curvas, curvas y contracurvas, festones, etc.

En todos los casos se respetará la cantidad máxima de tres curvas entre bocas, cajas o gabinetes.

Las cañerías, conductos, cables canales, bandejas, etc. y sus accesorios pertenecerán al mismo sistema.

Se admitirá cambio de sistema entre los ubicados en paredes o tabiques con respecto a los pisos y techos. En este caso la transición deberá hacerse siempre en una caja.

Toda cañería, conducto o cablecanal terminará en una boca, caja, gabinete, o elemento de transición o terminación.



En el caso de los circuitos de conexión fija se admitirá que la canalización continúe hasta la caja de conexión del equipo alimentado. Los elementos de maniobra (incluidos interruptores de efecto), protección o conexión se instalarán en cajas o gabinetes.

Las cañerías serán terminadas por un elemento de bordes redondeados en su conexión con los accesorios.

Instalación de los conductores en las canalizaciones

Antes de instalar los conductores se deberá haber concluido con el montaje de las canalizaciones (incluidas las cajas) y completado los trabajos de mampostería y terminaciones superficiales que pudieran afectarlos.

Deberá dejarse una longitud mínima de 150mm de conductor aislado disponible en cada caja, al efecto de poder realizar las conexiones necesarias. Los conductores que pasen sin empalme a través de las cajas de conexionado deberán formar un bucle.

Los conductores colocados en cañerías verticales deberán estar soportados mediante dispositivos colocados en cajas accesibles, en tramos no mayores de 15m. Los elementos de soporte deberán estar instalados y tener formas tales que no dañen la envoltura o la aislación de los conductores.

No están permitidas las derivaciones o uniones de conductores en el interior de los caños.

No se podrán realizar circuitos (principal, seccional y terminal) con conductores en paralelo. No obstante, si la corriente a transportar supera las máximas admisibles de los conductores, se podrán ejecutar ramales en paralelo respetando las condiciones de protección indicadas en el capítulo 43 de la Reglamentación de la AEA 90364-7-771.

Agrupamiento de conductores en una misma canalización

Deben cumplirse los siguientes requisitos:

- a. Todos los conductores pertenecientes a un mismo circuito, incluyendo el conductor de protección, se instalarán dentro de la misma canalización.
- b. Cada línea principal se alojará en una cañería o conducto independiente.
- c. Los circuitos seccionales formados por conductores aislados según normas IRAM NM 247-3 o IRAM 62267 deberán alojarse en caños o conductos independientes. No obstante, se admitirán en un mismo caño o conducto hasta tres circuitos seccionales, siempre que estén formados por cables con aislación no menor a 1kV y envoltura (según normas IRAM 2178, IRAM 2268 e IRAM 62266) y que correspondan a un mismo medidor.
- d. Los circuitos para usos generales, para usos especiales y los dedicados a consumos específicos deberán tener cañerías o conductos independientes para cada uno de ellos. No obstante, como excepción, los circuitos para usos generales podrán alojarse en una misma cañería o conducto, en un máximo de tres, de acuerdo con lo indicado a continuación:
 1. Que pertenezcan a una misma fase y a un mismo tablero.
 2. Que la suma de las corrientes asignadas de los dispositivos de protección de cada uno de los circuitos no sea mayor que 36A, y



3. Que el número total de bocas de salida alimentadas por estos circuitos en conjunto no sea mayor que 15 unidades.
- e. En todas las cajas donde converjan circuitos diferentes, en las condiciones del punto d), los conductores deberán estar identificados de manera de evitar que, por error, pueda alterarse la correlación o mezclarse los conductores de diferentes circuitos.
- f. Cada boca servirá como tal a un sólo circuito. Además podrá servir como caja de paso pero no de derivación de otros circuitos, en las condiciones especificadas en d).
- g. Las canalizaciones multiconducto, se consideran canalizaciones independientes, sólo si cuentan con separadores, paredes o barreras, diseñados y dispuestos de manera que sea imposible que un conductor alojado en una de las secciones pueda entrar en la otra y los accesorios de unión, derivación, pase, cruce o bocas de salida, mantienen la separación efectiva y permanente entre todas las secciones.
- h. En los inmuebles de la Reglamentación, podrán coexistir los siguientes sistemas, los que deberán estar separados en canalizaciones independientes:
 1. Sistema de 380/220 VCA.
 2. Sistema de MTBS (Muy Baja Tensión Sin puesta a tierra) o MBTF (Muy Baja Tensión Funcional hasta 24Vca o Vcc)
 3. Sistemas de señales débiles, video, televisión, alarmas, etc.
 4. Sistemas de transmisión de datos para servicios como internet, intranet, etc
 5. Sistemas analógicos o digitales de control, como señales de termocuplas, sensores, etc.
 6. Sistemas de telefonía pública

Cuando no sea posible efectuar la separación de estos sistemas en canalizaciones independientes (solución preferida), se deberán tomar alguna de las siguientes medidas:

1. Los conductores de los circuitos MBTS, MBTF o señales débiles deberán colocarse dentro de una cubierta (o caño) de material aislante, además de poseer su aislación funcional.
2. Los conductores de circuitos de tensiones diferentes deberán estar separados por una pantalla metálica puesta a tierra
3. Los conductores de circuitos de diferentes tensiones podrán estar en un mismo cable multipolar, pero los conductores de las tensiones menores deberán aislarse individual y colectivamente de acuerdo con la mayor tensión presente.

Medidas mínimas de conductos y cajas

Para caños de sección circular, el diámetro interno mínimo se determina en función de la cantidad, sección y diámetro (incluida la aislación) de los conductores, de acuerdo con la TABLA 771.12.IX de la Reglamentación.

Para casos no previstos en la TABLA 771.12.IX, y para conductos de sección no circular, el área total ocupada por los conductores con aislación, no será mayor que el 35% de la sección interna menor del conducto.



Para conductos que alojen circuitos principales o seccionales, el diámetro interno mínimo de los caños de sección circular será de 15mm (RL 19 y RS 19) y la sección mínima para otras formas será de 200mm².

Para conductos que alojen circuitos terminales, de usos generales o especiales, el diámetro interno mínimo de los caños de sección circular será de 13mm (RL 16 y RS 16) y la sección mínima para otras formas será de 150mm².

Las medidas mínimas de las cajas por utilizar quedan fijadas por la cantidad y sección de los conductores y dispositivos que van dentro de ellas, conforme se indica en las tablas 771.12.X, 771.12.XI y 771.12.XII de la Reglamentación.

No está permitida la instalación de un sólo conductor aislado o un cable unipolar por dentro de un caño metálico.

Tabla 771.12.IX- Máxima cantidad de conductores por canalización

Sección conductor	mm ²	1,50	2,50	4,00	6,00	10,00
Diámetro exterior máximo	mm	3,50	4,20	4,80	6,30	7,60
Sección total	mm ²	9,62	13,85	18,10	31,17	45,36
Caños según IRAM (RL: acero liviano, RS: Acero semipesado)	Sección mm ²	Cantidad de conductores				
RS 16	132	4+PE	2+PE	-	-	-
RL 16	154	5+PE	3+PE	2+PE	-	-
RS 19	177	6+PE	4+PE	3+PE	-	-
RL 19	227	7+PE	5+PE	4+PE	2+PE	-
RS 22	255	9+PE	6+PE	4+PE	2+PE	-
RL 22	314	11+PE	7+PE	5+PE	3+PE	2+PE
RS 25	346	13+PE	9+PE	6+PE	3+PE	2+PE
RL 25	416		10+PE	7+PE	4+PE	2+PE
RS 32	616		15+PE	11+PE	6+PE	4+PE
RL 32	661			12+PE	7+PE	4+PE
RS 38	908				9+PE	6+PE
RL 38	962				10+PE	7+PE
RS 51	1662				18+PE	12+PE
RL 51	1810					



Sección del conductor	mm ²	16	25	35	50	70
Diámetro exterior máximo	mm	8,8	11	12,5	14,5	17
Sección total	mm ²	60,82	95,03	122,13	165,13	226,98
Caños según IRAM (RL:acero liviano, RS:acero)	Sección mm ²	Cantidad de conductores				
RS16	132	-	-	-	-	-
RL16	154	-	-	-	-	-
RS19	177	-	-	-	-	-
RL19	227	-	-	-	-	-
RS22	255	-	-	-	-	-
RL22	314	-	-	-	-	-
RS25	346	-	-	-	-	-
RL25	416	2+PE	-	-	-	-
RS32	616	3+PE	-	-	-	-
RL32	661	3+PE	-	-	-	-
RS38	908	4+PE	2+PE	-	-	-
RL38	962	5+PE	3+PE	-	-	-
RS51	1662	9+PE	5+PE	3+PE	2+PE	-
RL51	1810	9+PE	6+PE	3+PE	2+PE	-

Tabla 10 - Máxima cantidad de conductores por canalización según reglamentación AEA N°90364

Identificación de conductores

a. los conductores se identificarán de acuerdo a la siguiente tabla

Conductor	Designación alfanumérica	Color
Línea 1 (Fase R)	L1	Castaño (Marrón)
Línea 2 (Fase S)	L2	Negro
Línea 1 (Fase T)	L3	Rojo
Neutro	N	Celeste (azul claro)
Conductor de protección	PE	Verde - Amarillo(bicolor)

Tabla 11 - Identificación de conductores según reglamentación AEA N°90364

b. Los conductores de línea (fases) deberán identificarse con los colores aquí indicados. Excepto el celeste, azul, verde, amarillo y verde-amarillo, podrán usarse otros colores, por razones de fuerza mayor. En estos casos se deberá identificar unívocamente cada conductor en los dos extremos de cada tramo, mediante cintas con los colores normalizados, o sus denominaciones, anillos u otro método de identificación indeleble y estable en el tiempo.

c. Para el conductor de línea (fase) de una distribución monofásica se podrá utilizar indistintamente cualquiera de los colores indicados para las fases. Si una alimentación



monofásica parte de una trifásica, dentro de una misma instalación, el color del conductor de línea de dicha alimentación monofásica debe ser coincidente con el de la fase que le dio origen.

d. Para funciones distintas a las indicadas en a) no se podrán usar los conductores destinados a las líneas (fases), neutro o protección, ni tampoco el verde o el amarillo separadamente. Por razones de fuerza mayor, podrán utilizarse los colores de los conductores de línea, pero no el celeste, el azul, el verde, el amarillo y el verde-amarillo.

e. Los cables que se utilicen como conductor de protección, PE, deberán tener cubierta de color verde-amarillo.

f. Los cables que se utilicen como conductor neutro, N, deberán tener cubierta de color celeste o azul claro.

g. Los cables multipolares, que incluyan el conductor de protección PE, dado que contienen conductores activos, no podrán tener cubierta verde-amarillo, ni cubierta de color verde, ni cubierta color amarillo.

Sección nominal de los conductores

De acuerdo a lo que estipula la Reglamentación de la AEA 90364-7-771, la sección nominal de los conductores deberá calcularse en función de su intensidad de corriente máxima admisible y caída de tensión con la verificación final de su sollicitación térmica al cortocircuito según se indica en la cláusula 771.13 de la misma. Independientemente del resultado del cálculo, las secciones no podrán ser menores a las siguientes secciones mínimas admisibles:



Secciones mínimas admisibles para conductores	
Líneas principales (<i>de Medidor a Tablero Principal</i>)	4,00 mm ²
Circuitos seccionales (<i>de Tablero Principal a Tablero Seccional</i>)	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales <i>con conexión fija o a través de tomacorrientes (de TP o TS a puntos de consumo)</i>	1,50 mm ²
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para usos especiales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (<i>excepto MBTF</i>) (*)	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (<i>alimentación a MBTF</i>) (*)	1,50 mm ²
Alimentaciones a interruptores de efecto	1,50 mm ²
Retornos de los interruptores de efecto	1,50 mm ²
Conductor de protección	2,50 mm ²

Tabla 12 - Secciones mínimas admisibles para conductores según reglamentación AEA N°90364

(*) Ver tabla “Síntesis de los tipos de circuitos”.

La sección nominal de los conductores se verifica además en función:

- De la temperatura máxima admisible (Clausula 771.16).
- De la máxima caída de tensión admisible.

Circuitos seccionales y circuitos terminales: la caída de tensión entre los bornes de salida del tablero principal y cualquier punto de utilización no debe superar los valores siguientes:

- Circuitos terminales, de uso general o especial y específico, para iluminación: 3%.
- Circuitos de uso específicos que alimentan sólo motores: 5% en régimen y 15% durante el arranque.

A los efectos del cálculo de la caída de tensión, los circuitos de iluminación y tomacorrientes se considerarán cargados con su demanda de potencia máxima simultánea en el extremo más alejado del tablero seccional.

Determinación de la sección

Para el caso de conductores unipolares aislados según norma IRAM NM 247-3 Y 62267, dispuestos en cañerías embutidas en mampostería, dentro de vacíos previstos en mampostería, en sistemas de cablecanales embutidos en el piso, en sistemas de cablecanales a la vista sobre paredes o suspendidos del cielorraso y en cañerías a la vista sobre paredes, la siguiente tabla establece la intensidad de corriente admisible en amperes, para una temperatura de cálculo de 40°C.



Asimismo, se podrán aplicar cuando corresponda los siguientes factores de corrección:

- a. factores de corrección por distinta temperatura ambiente

T°amb	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
PVC	1.4	1.34	1.29	1.22	1.15	1.08	1	0.91	0.82	0.7	0.57				
XLPE/EPR	1.26	1.23	1.19	1.14	1.1	1.05	1	0.96	0.9	0.84	0.78	0.71	0.64	0.55	0.45

Tabla 13 - Factores de corrección por distinta temperatura ambiente

- b. factores de corrección para más de un circuito monofásico o trifásico.

Circuitos en un mismo caño	n números de conductores cargados	Factor	Se aplica la <u>Tabla 771.16.I</u>
2 monofásicos	Hasta 4	0.80	Columna 1
3 monofásicos	Hasta 6	0.70	Columna 1
2 trifásicos	Hasta 6	0.80	Columna 2
3 trifásicos	Hasta 9	0.7	Columna 2

Tabla 14 - Factores de corrección para más de un circuito monofásico o trifásico

2.10.2.8.-Dispositivos de maniobra y protección

Toda instalación eléctrica debe ser objeto como mínimo de medidas de protección contra las siguientes fallas eléctricas:

De cumplimiento obligatorio:

- Protección contra fallas a tierra.
- Protección contra contactos directos.
- Protección contra contactos indirectos.
- Protección contra sobrecorrientes.

Protección contra contacto directo

La protección contra los contactos directos consiste en tomar todas las medidas destinadas a proteger las personas y animales domésticos, contra un posible contacto con las partes normalmente bajo tensión o activas de la instalación.

Para la protección contra los contactos directos existen cuatro medidas de protección, a saber:

- a. protección por aislación de las partes activas
- b. protección por medio de barreras o por medio de envolturas.

- c. protección parcial por medio de obstáculos
- d. protección parcial por puesta fuera de alcance por alejamiento.

y una medida adicional, por la cual se puede aumentar la protección por el uso de dispositivos diferenciales de $I_{\Delta} \leq 30\text{mA}$.

Protección contra contacto indirecto

La protección contra contactos indirectos consiste en tomar todas las medidas destinadas a proteger las personas y animales domésticos, y los bienes, contra peligros provenientes de un contacto con masas eléctricas, puestas bajo tensión (o energizadas) accidentalmente a consecuencia de una falla de aislación de la instalación o de los equipos conectados a ella.

Para la protección contra contactos indirectos existen cinco medidas:

- a. Protección por desconexión automática de la alimentación.
- b. Protección por uso de equipos, materiales e instalaciones de aislación clase II
- c. Protección por ubicación en un local no conductor
- d. Protección por conexiones equipotenciales locales conectadas a tierra.
- e. Protección por separación eléctrica

El régimen de neutro

En el marco de la Reglamentación A.E.A., el régimen de neutro a tierra recomendado es el esquema TT, Neutro de alimentación a (T)ierra – Masas de la instalación a una (T)ierra independiente.

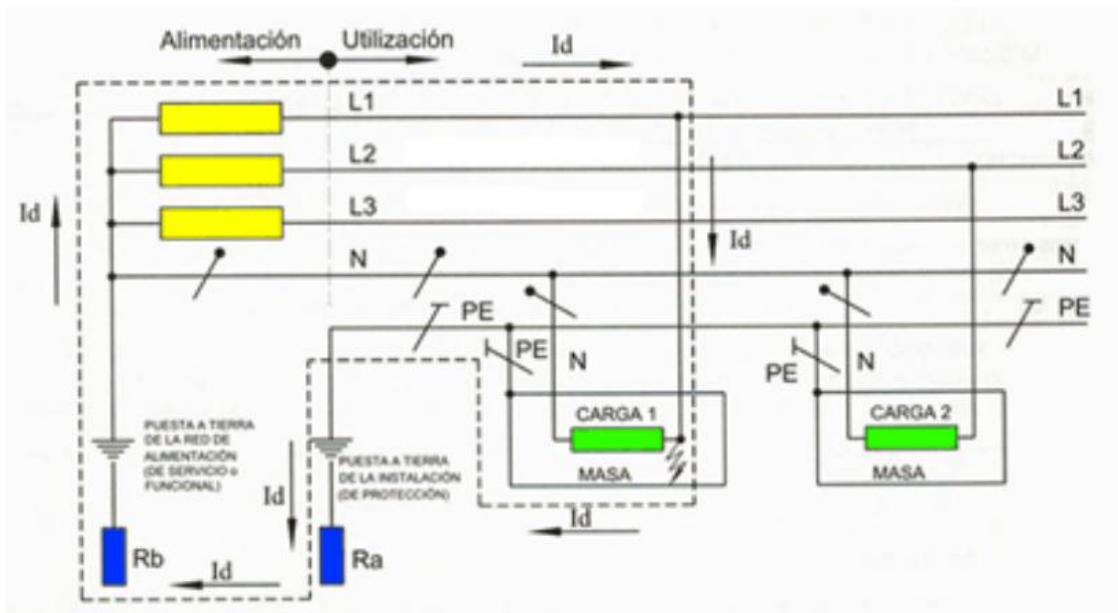


Figura 24 - Esquema de régimen de neutro

Como consecuencia de la aplicación de las resoluciones de los Entes Reguladores de la Electricidad (207/95, etc.), las instalaciones eléctricas deberán emplear interruptores



automáticos bipolares o tetrapolares, ubicados como aparato de maniobra de cabecera en el tablero principal.

Este requerimiento tiene como objetivo primordial, aumentar la seguridad de las personas, ya que permite el seccionamiento de todos los conductores activos, incluido el neutro. El aparato bipolar se emplea para redes monofásicas y el tetrapolar para redes trifásicas.

Se evitan de esta manera riesgos de choques eléctricos durante las tareas de mantenimiento.

Instalación de puesta a tierra

En todos los casos deberá adecuarse la conexión a tierra de todas las masas de la instalación. El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra será de 10 ohm para partes de la instalación cubiertas por protección diferencial, y para partes eventualmente no cubiertas por protección diferencial, se arbitrarán los medios para que la tensión de contacto no supere los 24 V para ambientes secos y húmedos.

La toma a tierra está formada por el conjunto de dispositivos que permiten vincular con tierra el conductor de protección (PE). Se recomienda instalar la toma a tierra en un lugar próximo al tablero principal.

La puesta a tierra de las masas se realizará por un conductor denominado “conductor de protección” (PE) de cobre electrolítico aislado (Normas IRAM: 2178, 62266, 62267, IRAM NM 247-3) que recorrerá la instalación integralmente, incluyendo aquellas cajas y bocas que no posean tomacorrientes, desde la barra o juego de bornes que conforman la barra principal de tierra, salvo los circuitos secundarios de MBTS. Su sección nominal mínima se establece en base a una tabla, pero en ningún caso la sección del conductor de protección será menor a 2,5 mm². El (PE) ingresará al sistema de cañerías de la instalación por la caja del tablero principal.

La protección diferencial

La utilización del interruptor diferencial está destinada a complementar las medidas clásicas de protección contra contactos directos.

La corriente de operación nominal del interruptor diferencial no deberá superar los 30 mA para asegurar la protección contra contactos directos o imprudencia de los usuarios, provocando la desconexión de la parte afectada de la instalación, a partir del establecimiento de una corriente de falla a tierra.

El reglamento impone para las viviendas una protección diferencial de alta sensibilidad sobre los circuitos de tomacorrientes, iluminación, especiales y de conexión fija.



2.10.2.8.1.-Protección de los conductores y cables contra las corrientes de sobrecarga y cortocircuito

Protección contra las corrientes de sobrecarga

La característica de funcionamiento u operación de un dispositivo de protección de un cable o un conductor contra las sobrecargas debe satisfacer las dos condiciones siguientes:

1. $I_b \leq I_n \leq I_z$
2. $I_2 \leq 1,45 I_z$

En donde:

I_b = Corriente de proyecto

I_z = Intensidad de corriente admisible en régimen permanente por los cables o conductores a proteger

I_2 = Intensidad de corriente que asegure el efectivo funcionamiento del dispositivo de protección en el tiempo convencional en las condiciones definidas

I_n = Corriente asignada o nominal del dispositivo de protección.

Protección contra las corrientes de cortocircuito

La empresa distribuidora correspondiente proporcionará la intensidad de corriente máxima de cortocircuito en los bornes de entrada del medidor o toma primaria.

Todo dispositivo que asegure la protección contra los cortocircuitos, debe responder a las dos siguientes condiciones:

Regla del poder de corte

La capacidad de ruptura del dispositivo de protección (P_{dCcc}) será por lo menos igual a la máxima intensidad de corriente de cortocircuito presunta ($I''k$) en el punto donde el dispositivo está instalado.

$$P_{dCcc} \geq I''k$$

Regla del tiempo de corte

Toda corriente causada por un cortocircuito que ocurra en cualquier punto del circuito debe ser interrumpida en un tiempo tal que no exceda de aquél que lleva al conductor a su temperatura límite admisible.

Para los cortocircuitos de duración entre 0,1seg hasta 5seg, el tiempo t , podrá ser calculado aproximadamente por la siguiente expresión:



$$\sqrt{t} \geq k \frac{S}{I}$$

dónde:

t= Duración de la interrupción o tiempo de desconexión en segundos

S= Sección del conductor en mm².

I= Intensidad de corriente de cortocircuito en amperios, expresada como valor eficaz.

k= Un factor que toma en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad térmica volumétrica del conductor, y las temperaturas inicial y final del mismo.

Para cortocircuitos de muy corta duración (<0,1seg) donde la asimetría de la corriente es importante, y para los dispositivos de protección limitadores de la energía pasante, la fórmula anterior no es aplicable y en esos casos se debe verificar $k^2 S^2$ debe ser mayor que el valor de energía específica $I^2 t$, integral de Joule para la duración del cortocircuito en A²s, que deja pasar el dispositivo de protección, valor dado por el fabricante del dispositivo, o sea que la fórmula está mejor representada por:

$$k^2 S^2 \geq (I^2 t)$$

Para los cortocircuitos de duración superior a algunos períodos (tiempos de 0,1 s y 5 s) el valor $I^2 t$ puede obtenerse para I el valor eficaz en amperios, de la corriente de cortocircuito y para t, la duración en segundos del cortocircuitos.

2.10.2.8.2.-Cálculo de caída de tensión

A los efectos del cálculo de la caída de tensión, los circuitos de tomacorrientes se consideran cargados en su extremo más alejado del tablero seccional. Los circuitos de iluminación se consideran con 66% de la carga total en el extremo más alejado del tablero seccional.

Para su cálculo se podrá emplear alguno de los métodos indicados a continuación:

a. El cálculo aproximado de la caída de tensión en los conductores puede realizarse utilizando la expresión:

$$U = k I L (R \cos\phi + X \sin\phi) \text{ [volt]}$$

Dónde:

k= constante igual a 2 para sistemas monofásicos y bifásicos y $\sqrt{3}$ para sistemas trifásicos.

I= intensidad de corriente de línea en ampere.



L=longitud del circuito en kilómetros (L es la distancia que separa los dos puntos entre los que se calcula la caída de tensión y no debe confundirse con la longitud que utilizan los conductores involucrados)

R=resistencia eléctrica efectiva del conductor a la temperatura de servicio en ohm/km (puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante)

X=reactancia de los conductores en ohm/km (puede obtenerse de las especificaciones técnicas del fabricante)

ϕ =ángulo de desfase entre la tensión y la corriente.

$\cos\phi$ = factor de potencia (depende de la carga conectada, puede utilizarse los siguientes valores $\cos\phi= 0,85$ y $\sin\phi=0,53$).

CAPITULO 3.

Sistema Propuesto



CAPITULO 3: Sistema propuesto

En el capítulo anterior se describieron las diferentes partes que componen una instalación eléctrica residencial típica, dejando en claro el propósito de cada una de ellas.

Teniendo en cuenta la problemática planteada, en este capítulo se procede a realizar el diseño y posterior análisis del sistema a implementar en el hogar para que junto con la instalación eléctrica resulte en una mejor eficiencia y aprovechamiento de la energía. Para ello, introduciremos este capítulo con nuevos conceptos que nos servirán de base para tener en cuenta en el diseño.

3.1 DOMOTICA : Introducción y generalidades

La domótica es el conjunto de sistemas y tecnologías integradas que controlan y automatizan las diferentes instalaciones de un inmueble, contribuyendo a la gestión energética, confort, seguridad, comunicación y accesibilidad entre el usuario y el sistema.

Una instalación eléctrica típica, por lo general, no está provista de un sistema domótico que se ocupe de automatizar la misma.

La domótica aplicada a las instalaciones eléctricas es algo que está en pleno auge y se está desarrollando y aplicando cada vez más.

El término domótica viene de la unión de las palabras domus (que significa casa en latín) y tica (de automática, palabra en griego, 'que funciona por sí sola') y por lo tanto se lo utiliza siempre que nos refiramos a viviendas unifamiliares. Cuando se quiere hacer referencia a edificaciones compuestas por diferentes sectores habitacionales o comerciales el término que se utiliza es Inmótica. De manera más amplia, cuando se lleva el término al nivel de ciudades enteras, el término que se utiliza es Urbótica.

3.2.-Algunas aplicaciones de la Domótica

La domótica se utiliza en las siguientes aplicaciones, cuyas funciones se enumeran aquí:

3.2.1.-Gestión energética

Es la acción de administrar las energías que se utilizan en un inmueble, dicha administración se apoya en tres pilares fundamentales que son, el ahorro energético, la eficiencia energética y la generación de energía. La domótica juega un papel muy importante en este punto ya que cuenta con la inteligencia suficiente para realizar dichas acciones. Es importante aclarar que cuando se habla de energía se hace referencia a todos los tipos de energía, no solamente a la energía eléctrica.

3.2.2.-Confort

Cuando la vivienda se adecúa por sí misma a las necesidades de las personas, mejora su calidad de vida. El confort desde el punto de vista de la domótica es básicamente el control



de dispositivos el cual se divide, por citar algunos ejemplos, en: control de iluminación, control de clima, control de aberturas, control de riego, control multimedia, generación de escenas, etc.

3.2.3.-Seguridad

Consiste en una red de seguridad encargada de proteger las personas y los bienes, esta aplicación se apoya en dos pilares que son la prevención y la detección para la acción. Como la domótica tiene pleno conocimiento del estado de las puertas, ventanas y sensores dentro y fuera de la vivienda, puede, de una manera muy sencilla y eficiente, tomar control de esa información y poder, mediante la programación instalada, proteger todo el hogar.

3.2.4.-Comunicación

Esta aplicación puede que parezca poco importante, pero en realidad es la encargada o va de la mano con el resto de las aplicaciones ya que sin ella sería imposible conocer el estado y controlar los sistemas a distancia.

Lo que se consigue aquí es la posibilidad de conectarse con el hogar y dentro del mismo con la mayor cantidad de medios de comunicación disponibles, pudiendo de esta manera controlar la vivienda a distancia (telegestión) y aumentar la interactividad entre las personas y el hogar.

3.2.5.-Accesibilidad

En esta aplicación la domótica persigue posibilitar el acceso de cualquier persona a cualquier entorno. La accesibilidad busca que en cualquier ambiente exista facilidad para la deambulación, la aprehensión, la localización y la comunicación. Como ejemplo podemos nombrar los sistemas de acción por voz, los cuales permiten ejecutar cualquier tipo de acción mediante un comando de voz específico.

La integración domótica puede integrar todas estas aplicaciones o solo algunas de ellas.

3.3.-Arquitectura de los sistemas de domótica

Desde el punto de vista donde reside la inteligencia de un sistema domótico, hay varias arquitecturas diferentes.

3.3.1.-Arquitectura centralizada

Un controlador centralizado recibe información de múltiples sensores y, una vez procesada, genera las órdenes oportunas para los actuadores.

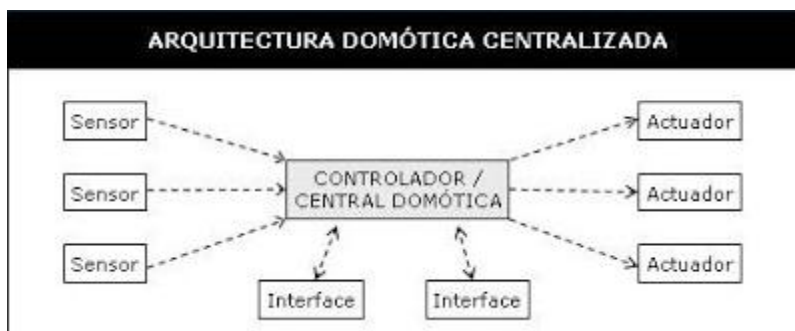


Figura 25 - Arquitectura domótica centralizada

3.3.2.-Arquitectura distribuida

Toda la inteligencia del sistema está distribuida por todos los módulos sean sensores o actuadores.

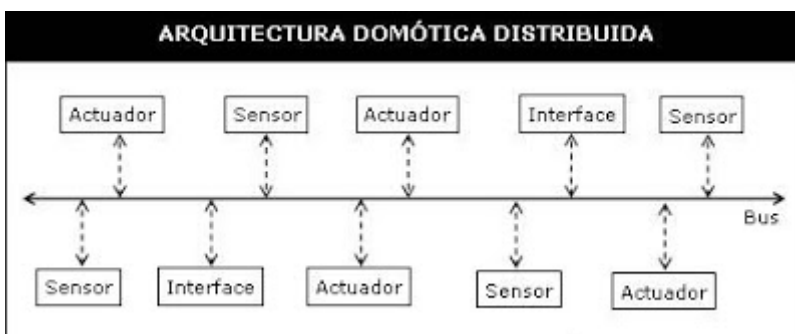


Figura 26 - Arquitectura domótica distribuida

3.3.3.-Arquitectura mixta

Sistemas que combinan tanto arquitectura centralizada como distribuida. Estos sistemas disponen de varios pequeños dispositivos distribuidos capaces de adquirir y procesar la información de múltiples sensores y transmitirlos a módulos centrales de procesamiento.

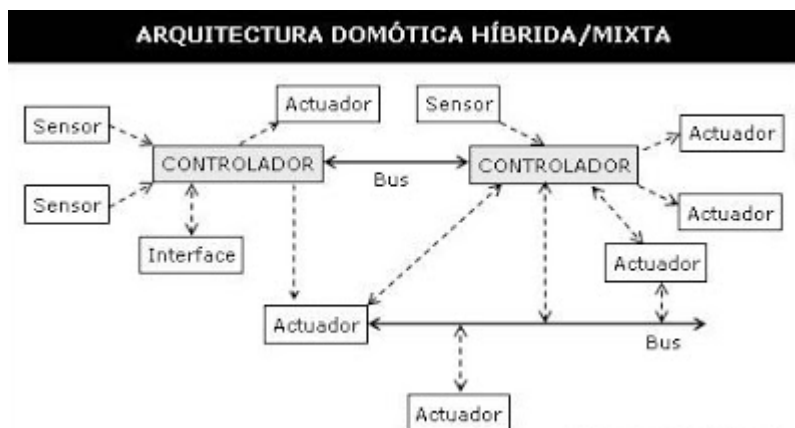


Figura 27 - Arquitectura domótica mixta

3.4.-Topología de los sistemas

El término topología se refiere a la forma en que está diseñada la red, bien físicamente (rigiéndose de algunas características en su hardware) o bien lógicamente (basándose en las características internas de su software).

La topología de red es la representación geométrica de la relación entre todos los enlaces y los dispositivos que los enlazan entre sí (habitualmente denominados nodos).

3.4.1.-Topología estrella

Cada dispositivo solamente tiene un enlace punto a punto dedicado con el controlador central, habitualmente llamado concentrador. Los dispositivos no están directamente enlazados entre sí. Conexión utilizada típicamente por los sistemas centralizados donde existe un único controlador sobre el que pasa toda la información.

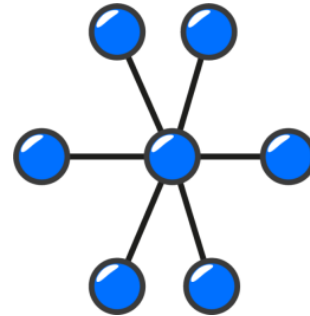


Figura 28 - Topología estrella

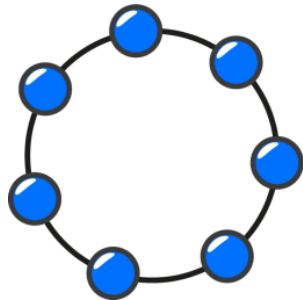


Figura 29 - Topología en anillo

3.4.2.-Topología en anillo

Cada dispositivo tiene una línea de conexión dedicada y punto a punto solamente con los dos dispositivos que están a sus lados. La señal pasa a lo largo del anillo en una dirección, o de dispositivo a dispositivo, hasta que alcanza su destino. Cada dispositivo del

anillo incorpora un repetidor.

3.4.3.-Topología en bus

Un cable largo actúa como una red troncal que conecta todos los dispositivos en la red, dicha topología es multipunto. Los nodos se conectan al bus mediante cables de conexión y derivadores. Un cable de conexión es una conexión que va desde el dispositivo al cable principal. Una derivador es un conector que conecta al cable principal con el cable de conexión.

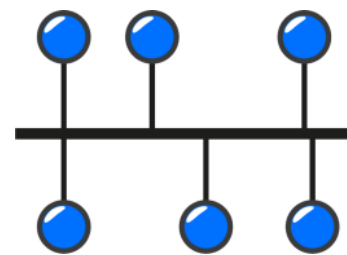


Figura 30 - Topología en bus

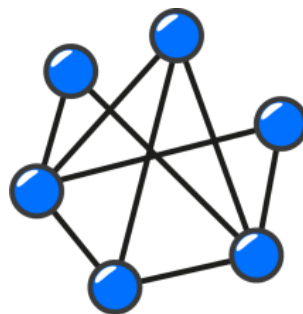


Figura 31 - Topología malla

3.4.4.-Topología malla

Cada dispositivo tiene un enlace punto a punto y dedicado con cualquier otro dispositivo.

El término dedicado significa que el enlace conduce el tráfico únicamente entre los dos dispositivos que conecta. Conexión

utilizada típicamente por los sistemas distribuidos en donde todos los dispositivos están intercomunicados entre sí.

3.4.5.-Topología árbol

Es una variante de la topología estrella. Como en la estrella, los nodos del árbol están conectados a un concentrador central que controla el tráfico de la red. Sin embargo, no todos los dispositivos se conectan directamente al concentrador central. La mayoría de los dispositivos se conectan a un concentrador secundario que, a su vez, se conecta al concentrador central. El

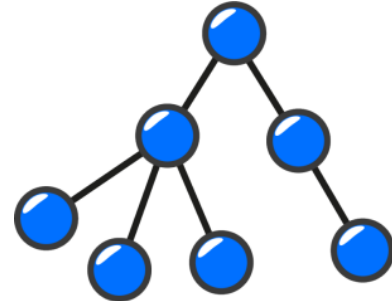


Figura 32 - Topología árbol

controlador central del árbol es un concentrador activo. Un concentrador activo contiene un repetidor, es decir, un

dispositivo hardware que regenera los patrones de bits recibidos antes de retransmitirlos.

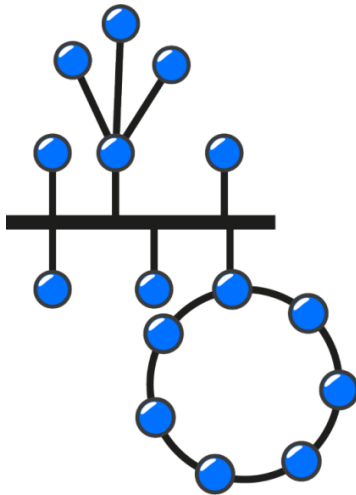


Figura 33 - Topología mixta

3.4.6.-Topología mixta

Es la combinación de dos o más topologías en una misma red.

3.5.-Componentes característicos de un sistema domótico

Si bien los componentes de un sistema domótico pueden variar en cada caso, podemos diferenciar algunos generales:

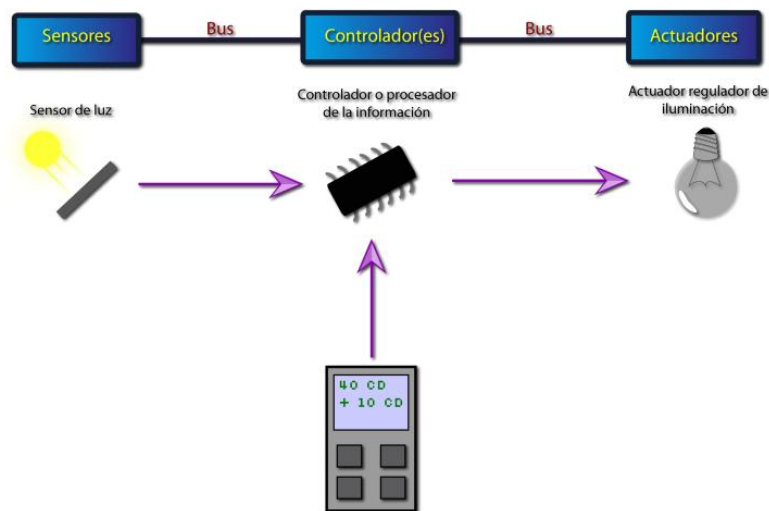


Figura 34 - Componentes característicos de un sistema domótico

La amplitud de los servicios que puede ofrecer un sistema domótico, puede variar desde un único dispositivo, que realiza una sola acción, hasta amplios sistemas que controlan prácticamente todas las instalaciones dentro de la vivienda. Los distintos dispositivos de los sistemas de domótica se pueden clasificar en los siguientes grupos:

- **Sensor** – Los sensores son elementos que envían señales a través de las entradas del nodo domótico. En el mercado existen numerosos tipos de sensores. Desde los más simples, tipo interruptor y pulsador, que envían señales de acciones manuales del usuario hacia la instalación, hasta los más complejos que son capaces de detectar magnitudes físicas (temperatura, humedad, velocidad del viento, humos, etc). A estos últimos también se les denomina detectores.

A continuación se muestran algunos tipos de señales que procesan los sensores:

- La actuación sobre un interruptor
- La detección de humos o gases
- La detección de presencia de personas u objetos
- La medida de la velocidad del viento
- Sobrepaso de una temperatura.

- **Controlador** – Los controladores son los dispositivos que gestionan la información que reciben del sistema y “deciden” que hacer, enviando órdenes a los *actuadores* conforme a una lógica incorporada al mismo. Puede haber un controlador solo, o varios distribuidos por el sistema.

La funcionalidad que ofrece un controlador puede variar enormemente, desde la que ofrece un simple temporizador para un electrodoméstico, o un termostato para un sistema de aire acondicionado, hasta sofisticados sistemas basados en escenarios que



regulan de una manera coordinada todos los elementos de la vivienda, en base a los valores de multitud de variables: Temperatura, humedad, luminosidad, ruido ambiente,...

- Actuador – El actuador es el dispositivo capaz de recibir una orden y realizar sobre un elemento de la vivienda la acción solicitada por el controlador domótico. Puede ser un conmutador que enciende o apaga un electrodoméstico, un regulador que modifica la intensidad de la iluminación, un motor que sube o baja una persiana, etc...
- Medio de comunicación – Es el enlace que transporta la información entre los distintos dispositivos, ya sea por una red propia, o por las redes de otros sistemas (red eléctrica, red telefónica, red de datos), también puede ser de forma inalámbrica. Existen diferentes tipos de tecnologías de conectividad de los dispositivos de la red domótica, como ser:

-Cableado: Los sensores y actuadores están conectados por medios de cables eléctricos, los cuales pueden ser de la siguiente manera:

-Línea Eléctrica: A través de una modulación (generalmente SFSK) sobre los cables de potencia se logran conectar todos los dispositivos.

-Par trenzado: Se realiza un cableado independiente de la línea eléctrica, con este tipo de conexión se logran más velocidades de comunicación.

-UTP: También se puede usar la red de datos de la vivienda o edificio para interconectar los dispositivos domóticos.

-Inalámbrico:

-RF: Se denomina así a todo canal de transmisión inalámbrico. En este grupo entrarían todos los enlaces cuya tecnología del mismo fue desarrollada por el fabricante y no se encuentra bajo ningún estándar (no se recomienda utilizar comunicaciones RF no estandarizadas).

-ZigBee: Es la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area network, WPANs). Su objetivo son las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías.

-Bluetooth: Es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal (WPANs) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz



-WiFi: Es una marca de la Wi-Fi Alliance, que es la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

-Óptico

-Infrarrojo: Infrared Data Association (IrDA) define un estándar físico en la forma de transmisión y recepción de datos por rayos infrarrojo. Esta tecnología está basada en rayos luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo. Los estándares IrDA soportan una amplia gama de dispositivos eléctricos, informáticos y de comunicaciones, permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps.

- Fibra óptica: La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED. Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio o cable. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.

- Tipos de señales - En función del tipo de señal que envían o reciben, los sensores y actuadores respectivamente, pueden ser de dos tipos: digitales o analógicos.

-Digital: Una señal digital es aquella que solamente tiene dos valores: 1 o 0 (todo o nada). Se utiliza para detectar en el caso de los sensores, o realizar, en el caso de los actuadores, funciones discretas de activación o desactivación.

-Analógica: Una señal analógica es aquella cuyo valor puede estar en un rango desde un máximo a un mínimo. Los sensores envían al nodo domótico una señal en ese rango de valores, permitiendo así realizar acciones en función del valor procesado. Los actuadores reciben una señal similar desde el nodo domótico.

- Interfaz – La interfaz es el dispositivo (pantalla, móvil, Internet, interruptor) en que se muestra la información del sistema para los usuarios y donde ellos mismos pueden interactuar con el sistema. Lo más común es la utilización de pantallas táctiles, pulsadores u ordenadores como interfaces. En los últimos años se ha podido comprobar un gran avance en cuanto al uso de interfaces de usuario, desde la utilización casi exclusiva de teclados hasta las actuales pantallas táctiles presentes en multitud de dispositivos. Los mayores avances en interfaces de domótica se han

producido probablemente en el campo del reconocimiento de voz, una tecnología que ha madurado enormemente durante los últimos años.

3.6.-Sistemas Domóticos

Los principales sistemas domóticos usados en la actualidad son:

3.6.1.-Sistemas basados en autómatas programables PLC

El autómata programable PLC es un dispositivo electrónico que permite procesar señales de los sensores y, mediante un programa, activar los actuadores.

Es un sistema centralizado al cual se conectan todos los elementos del sistema, tanto sensores como actuadores o pre actuadores.

El uso de los autómatas programables PLC está generalizado en el entorno industrial; sin embargo, el abaratamiento de los costos y la reducción de su tamaño, están haciendo que cada vez más sean las aplicaciones domésticas que lo utilizan.

Es más, algunos fabricantes han sacado series de PLCs de aplicación exclusiva para la domótica.

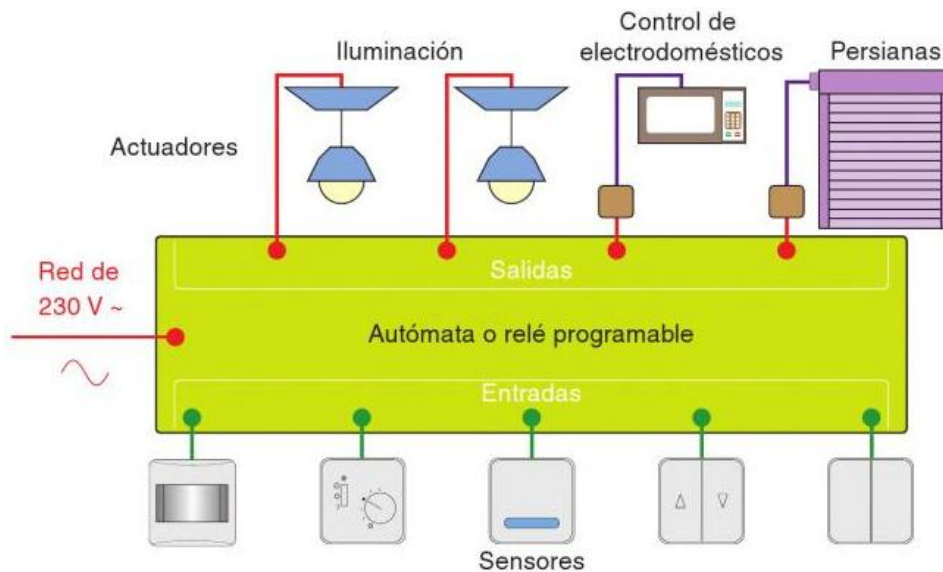


Figura 35 - Sistemas domóticos basados en PLC

3.6.2.-Sistemas de corrientes portadoras

Los sistemas de corrientes portadoras utilizan el cableado de la vivienda para la transmisión de señales domóticas. Son fáciles de implementar en instalaciones convencionales, pues no es necesario realizar obra. Se caracterizan por ser descentralizados, siendo el sistema más popular el denominado X10.

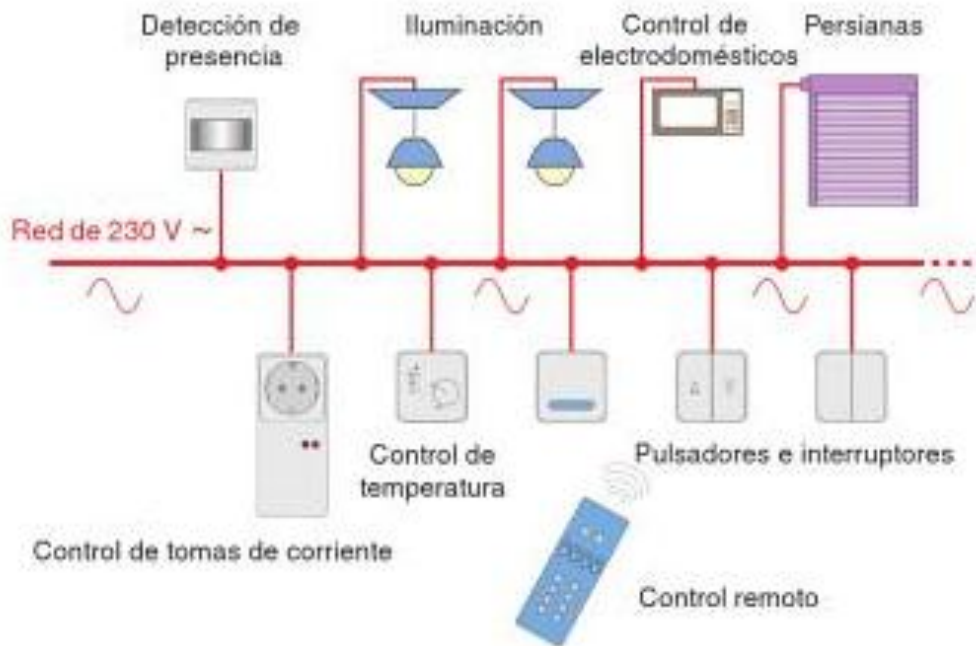


Figura 36 - Sistemas domóticos basados en corrientes portadoras

3.6.3.-Sistemas de bus

Es un sistema descentralizado formado por un bus de dos o más hilos que se encarga de comunicar todos los elementos domóticos del sistema (sensores, actuadores y nodos). Por él se transmiten las señales de comunicación en formato de telegrama, funcionando según el programa de usuario. Dos de los sistemas bus más conocidos son el KNX y Lonworks.

En un sistema de este tipo de receptores de potencia (lámparas, electrodomésticos, etc) se conectan a la red eléctrica mediante actuadores y preactuadores correspondientes.

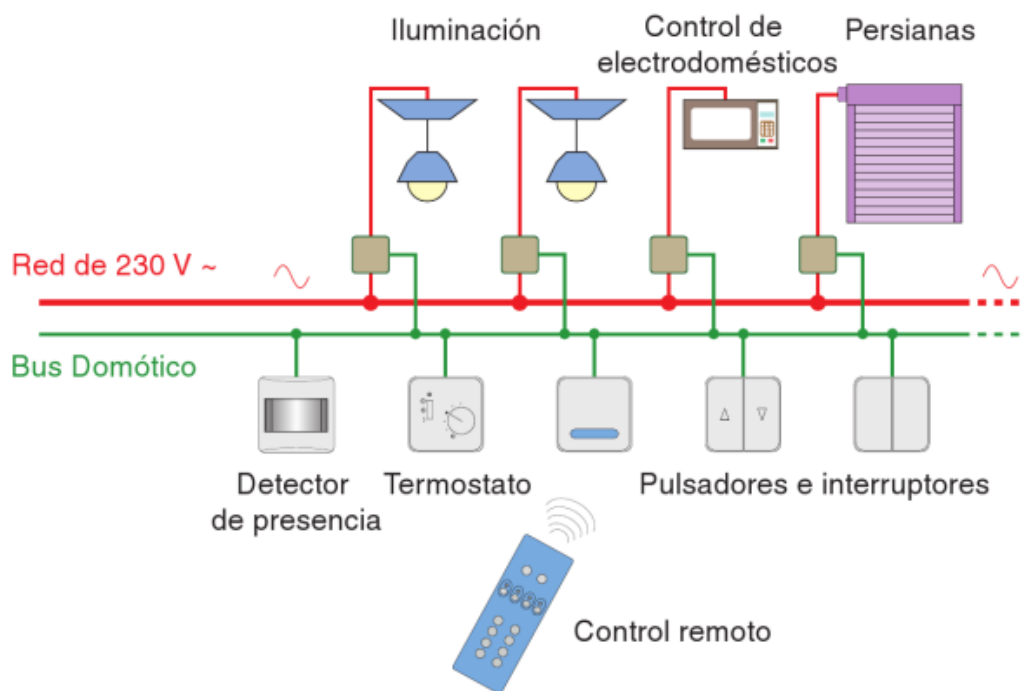


Figura 37 - Sistemas domóticos de bus

3.6.4.-Sistemas inalámbricos

Son sistemas descentralizados que permiten gobernar los actuadores de vivienda (lámparas, persianas, electrodomésticos, etc.) sin necesidad de conectar los elementos domóticos mediante cables. El principio de funcionamiento de estos sistemas se basa en el intercambio de señales de control entre un módulo emisor y un módulo receptor. Los dispositivos de potencia (lámparas, motores de toldos y persianas, electrodomésticos, etc.) se conectan directamente a los módulos receptores, que se encargan de aplicar la tensión de trabajo directamente desde la red eléctrica. Los módulos emisores (sensores) envían señales de control, que son recibidas por receptores que están sintonizados a la misma frecuencia. Algunos de los sistemas más conocidos son el zigbee, bluetooth o wifi.

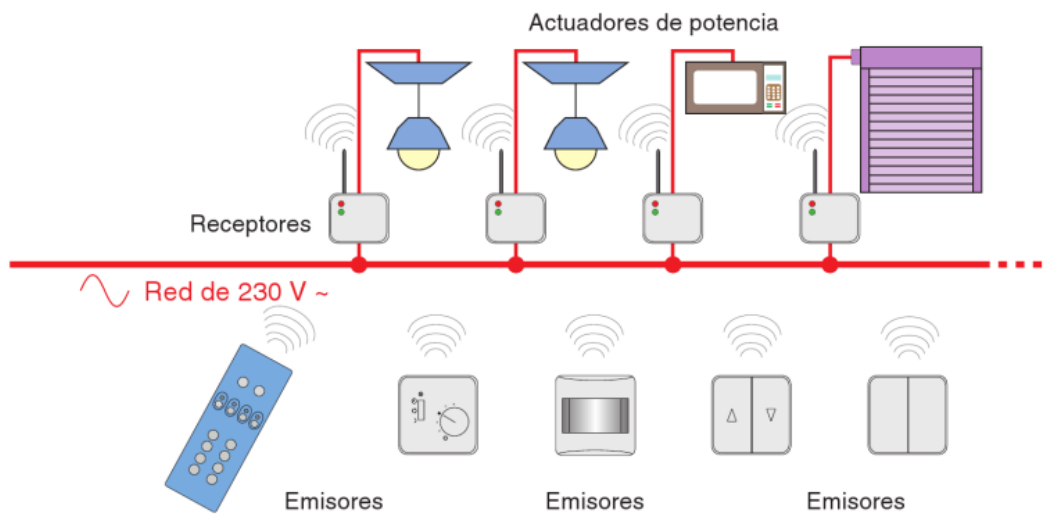


Figura 38 - Sistemas domóticos inalámbricos

3.6.5.-Sistemas propietarios de fabricantes

Son sistemas diseñados por los fabricantes para dar soluciones concretas a situaciones de automatización en viviendas y edificios. Tienen el inconveniente de no ser compatibles con los de otros fabricantes, sin embargo, algunos aportan soluciones económicas y sencillas de implementar. Los hay centralizados y descentralizados.

3.7.-Desarrollo del sistema propuesto

3.7.1.-Breve Descripción

Hasta aquí hemos descrito los diferentes conceptos que sirven como punto de partida para comenzar a plantear los lineamientos de cara a la solución al problema planteado.

Una importante característica de cualquier sistema de energía eléctrica “inteligente” es la capacidad de respuesta de la demanda (DR), ya que permite a un operador despachar tanto la generación y la carga para mejorar el rendimiento de la red. En consecuencia, la limitada participación de las cargas "residenciales" en los planes de respuesta de la demanda existentes es un problema. Estos electrodomésticos, calefacción y unidades de refrigeración y electrónica personal no están diseñados para aceptar comandos de la red eléctrica.

En este trabajo, presentamos una solución de automatización simple pero eficaz para cargas residenciales. Se trata de un sistema diseñado para observación del entorno, así como de la utilización de la energía dentro de una residencia, analizar la optimización de la configuración de las cargas en función de la curva de demanda, y activar o desactivar los dispositivos físicos para lograr los objetivos definidos por el usuario.

Básicamente el prototipo se podría construir con tecnologías comercialmente disponibles como el microcontrolador digital, transeptores inalámbricos, relés y distintos sensores. Esto le proporciona al cliente una oportunidad de cosechar los beneficios financieros asociados con la respuesta a la demanda.



Este trabajo es innovador debido a su énfasis en la detección y categorización de las cargas, formulación de funciones que representan el consumo de las cargas asociadas a un costo, así como el diseño y evaluación de la implementación del sistema.

3.7.2.-Diseño del sistema propuesto

3.7.2.1.-Identificación de los objetivos

El sistema propuesto está enfocado a realizar la gestión energética en entornos hogareños. El mismo tiene como objeto cumplir con dos funciones principales:

1. Ahorro de Energía: Consiste en que las cargas estén encendidas o funcionando solo cuando realmente son necesitadas por el usuario.
2. Atenuar los picos de demanda: El sistema interactúa con la empresa distribuidora de energía eléctrica, de forma tal que, en el momento de exceso de consumo (momento que la curva de demanda presenta un pico importante), automáticamente ciertas cargas son sacadas de servicio. De este modo se logra atenuar la curva de demanda, lo cual nos permitirá lograr una mejora en la continuidad del servicio y en la estabilidad del sistema eléctrico interconectado.

3.7.2.2.-Hipotesis para la implementación del sistema

Para poder implementar el sistema, asumimos que nos encontramos en un escenario favorable y para ello nos basamos en las siguientes hipótesis:

- La empresa distribuidora discriminará con una tarifa diferente para cada horario (pico, valle, resto).
- Se tomará como precio de referencia el valor actual dado por EPEC de la tarifa sin subsidio correspondiente para una casa familiar tipo de consumo igual a 120-500kWh/mes.
- A los fines de dar una aproximación real de los costos de la energía, asumimos que, en el ejemplo, la implementación del mismo se efectúa en el primer día del ciclo de facturación, con lo cual el precio de referencia del kWh es de \$0,82188. La tarifa “pico” será un 20% mayor y la tarifa “valle” un 20% menor al precio de referencia, respectivamente.

3.7.2.3.-Criterios de diseño

La etapa de diseño de cualquier proyecto requiere de la formulación de criterios, requerimientos y condiciones, que sirvan para asentar las bases sobre las cuales se apoyará nuestro sistema propuesto.

3.7.2.3.1.-Estructura representativa del sistema de control

El sistema propuesto presenta una estructura semejante a la de un sistema de control por lazo cerrado, en los que la acción de control está en función de la señal de salida (variable controlada).

La variable controlada sería en nuestro caso el consumo de las cargas, la misma es continuamente censada junto con datos de sensores y estos datos son enviados al procesador (módulo principal) que toma decisiones en función de la variable de referencia (tarifa eléctrica de EPEC).

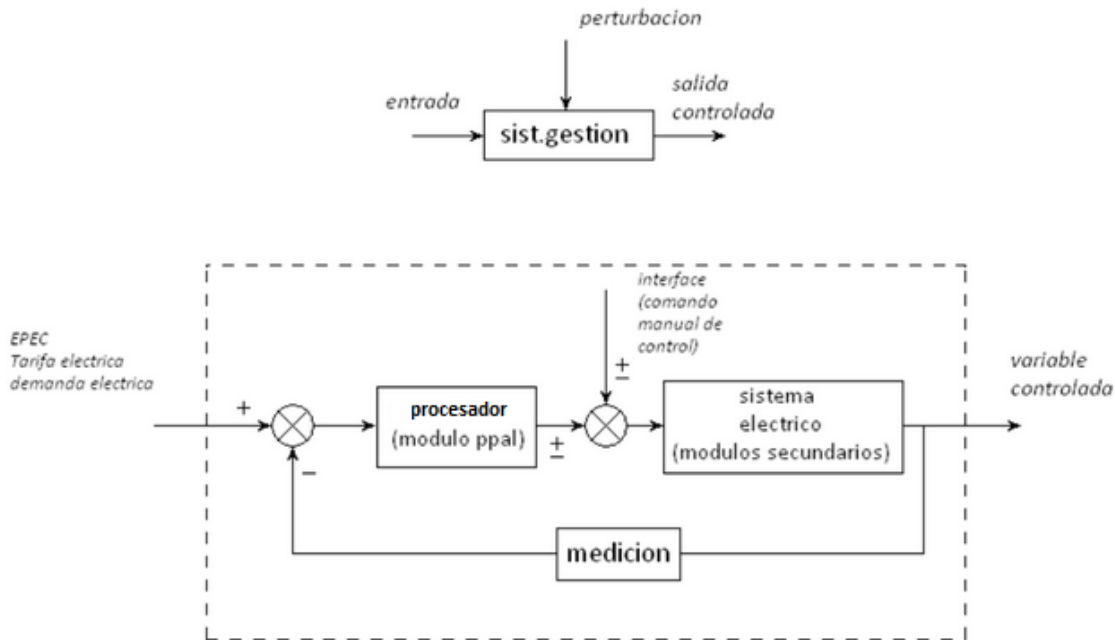


Figura 39 - Modelo simplificado del diagrama de control del sistema propuesto

El sistema cuenta con la intervención de:

- **Empresa distribuidora de energía eléctrica:** Tiene como función proporcionar datos de la curva de demanda (Precio de la energía eléctrica), al módulo principal.
- **Módulo principal:** Tiene como función recibir los datos de la empresa distribuidora de energía eléctrica, recibir información de los módulos secundarios y recibir órdenes del usuario a través de una interface. Luego se ocupa de procesar toda esta información y de enviar señales de actuación a los módulos secundarios. Además, muestra información del consumo y costo de la energía, a través de una interfaz de usuario.
- **Módulos secundarios:** Tienen la función de enviar información de los parámetros eléctricos de las cargas al módulo principal y recibir del mismo órdenes de actuación (conectar/desconectar cargas). Además, reciben los datos de los sensores (datos de temperatura, presencia, nivel de iluminación, etc.) y éstos son enviados al módulo principal.
- **Usuario:** El usuario es el que gobierna el sistema, programando un orden de prioridad para la desconexión de las cargas y elige qué cargas quiere conectar, así esta haya sido previamente desconectada por el sistema.
- **Sensores:** Permiten conocer los valores de las variables (magnitudes físicas) del entorno y transformadas en variables eléctricas.



3.7.2.3.2.-Formulación de Requerimientos:

Para poder realizar un diseño acorde a nuestra necesidad, a continuación procedemos a describir diferentes requerimientos, generales y específicos.

3.7.2.3.2.1.-Requerimientos de USABILIDAD (INTERFAZ DE USUARIO)

INTERFAZ DE USUARIO	
CODIGO	Requerimiento
SGE-IFU-0001	El uso del sistema lo determina el administrador (usuario)
SGE-IFU-0002	Las cargas tendrán un orden de prioridad según la importancia dada por el usuario y el consumo.
SGE-IFU-0003	El usuario deberá poder configurar el sistema de manera remota.
SGE-IFU-0004	La interfaz de usuario deberá contar con un menú de ayuda.
SGE-IFU-0005	La interfaz de usuario deberá tener la opción de desplegar una tabla con los valores acumulados de la energía consumida y costo de la misma para cada carga, así como los totales.
SGE-IFU-0006	La interfaz de usuario deberá tener la opción para activar la carga que ha sido desconectada por el sistema

Tabla 15 - Requerimientos de USABILIDAD

3.7.2.3.2.2.-Requerimientos de MEMORIA

MEMORIA	
CODIGO	Requerimiento
SGE-MNV-0001	El sistema deberá contar con almacenamiento no volátil
SGE-MNV-0002	El sistema deberá almacenar todos los datos de consumo en kilovatios-hora (kWh)
SGE-MNV-0003	El sistema deberá contar con capacidad de almacenamiento de TBD suficiente para permitir registrar los datos y los eventos del sistema (historial)

Tabla 16 - Requerimientos de MEMORIA



3.7.2.3.2.3.-Requerimientos de COMUNICACION

	COMUNICACIÓN
CODIGO	Requerimiento
SGE-COM-0001	El sistema deberá contar con acceso a internet
SGE-COM-0002	El módulo principal deberá recibir datos mensurables de valores de potencia, tensión y corriente (consumo) de las cargas.
SGE-COM-0003	El modulo principal deberá recibir de la empresa distribuidora los valores del precio de la energía (existirán 3 tarifas).
SGE-COM-0004	El modulo principal tiene que ser capaz de dar órdenes de ejecución a los módulos secundarios.
SGE-COM-0005	El modulo secundario debe ser capaz de recibir órdenes de actuación.
SGE-COM-0006	El modulo secundario debe enviar valores de potencia (consumo) de las cargas
SGE-COM-0007	El módulo secundario recibe en cada instante, datos de los sensores y los envía al módulo principal.
SGE-COM-0008	La comunicación entre módulos será de manera inalámbrica.
SGE-COM-0009	El módulo principal debe ser capaz de asignarle un ID a los módulos secundarios.

Tabla 27 - *Requerimientos de COMUNICACION*

3.7.2.3.2.4.Requerimientos de POTENCIA

	POTENCIA
CODIGO	Requerimiento
SGE-POT-0001	La empresa distribuidora de energía eléctrica (EPEC) será quien define para cada una de las zonas, el precio de la tarifa eléctrica por kwh consumido en el hogar
SGE-POT-0002	La empresa distribuidora de energía podrá variar el precio del kwh ante un evento de exceso de demanda (pico de demanda) durante el tiempo que dure el mismo.
SGE-POT-0003	El módulo secundario debe medir los valores de potencia, tensión y corriente de cada carga.

Tabla 38 - *Requerimientos de POTENCIA*



3.7.2.3.2.5.-Requerimientos GENERALES DEL SISTEMA

	GENERALES
CODIGO	Requerimiento
SGE-GEN-0001	La instalación no deberá implicar un riesgo eléctrico para el usuario.
SGE-GEN-0002	El sistema debería tener 3 indicadores (LED) en el módulo principal según el consumo.
SGE-GEN-0003	El sistema debería tener indicadores de estado en los módulos secundarios.
SGE-GEN-0004	El rango de temperatura admisible tanto para el sistema como para los módulos será de -10°C a 50°C.
SGE-GEN-0005	Los dispositivos utilizados deben tener compatibilidad electromagnética.
SGE-GEN-0006	El grado de protección de los módulos deberá ser como mínimo de 42 (IP 42).
SGE-GEN-0007	Los módulos cumplirán con las normas preestablecidas IEC 11801 (estándar de telecomunicación) IEEE 802.11 (wifi) IEEE 802.15.4 (Zigbee), IEC 61131 (estandarización de automatismos) IEC 60529 (grados de protección), y deberán poder adaptarse a la reglamentación argentina de electricidad AEA 90364.
SGE-GEN-0008	Ante un fallo en el software del sistema, no deben pasar más de 5 minutos en restaurar los datos (en un estado válido anterior) y volver a poner en marcha el sistema.
SGE-GEN-0009	El acondicionador de aire deberá ser accionado por el sistema en condiciones de verano y regularse automáticamente para acondicionar el ambiente a una temperatura entre 23 a 25°C.

Tabla 194 - Requerimientos GENERALES

3.7.2.4.-Arquitectura del sistema propuesto:

Teniendo en cuenta los diferentes aspectos ya planteados, es necesario organizar los diferentes componentes del sistema, incluyendo sus relaciones entre si, por lo cual determinamos que en este trabajo presentamos una arquitectura centralizada.

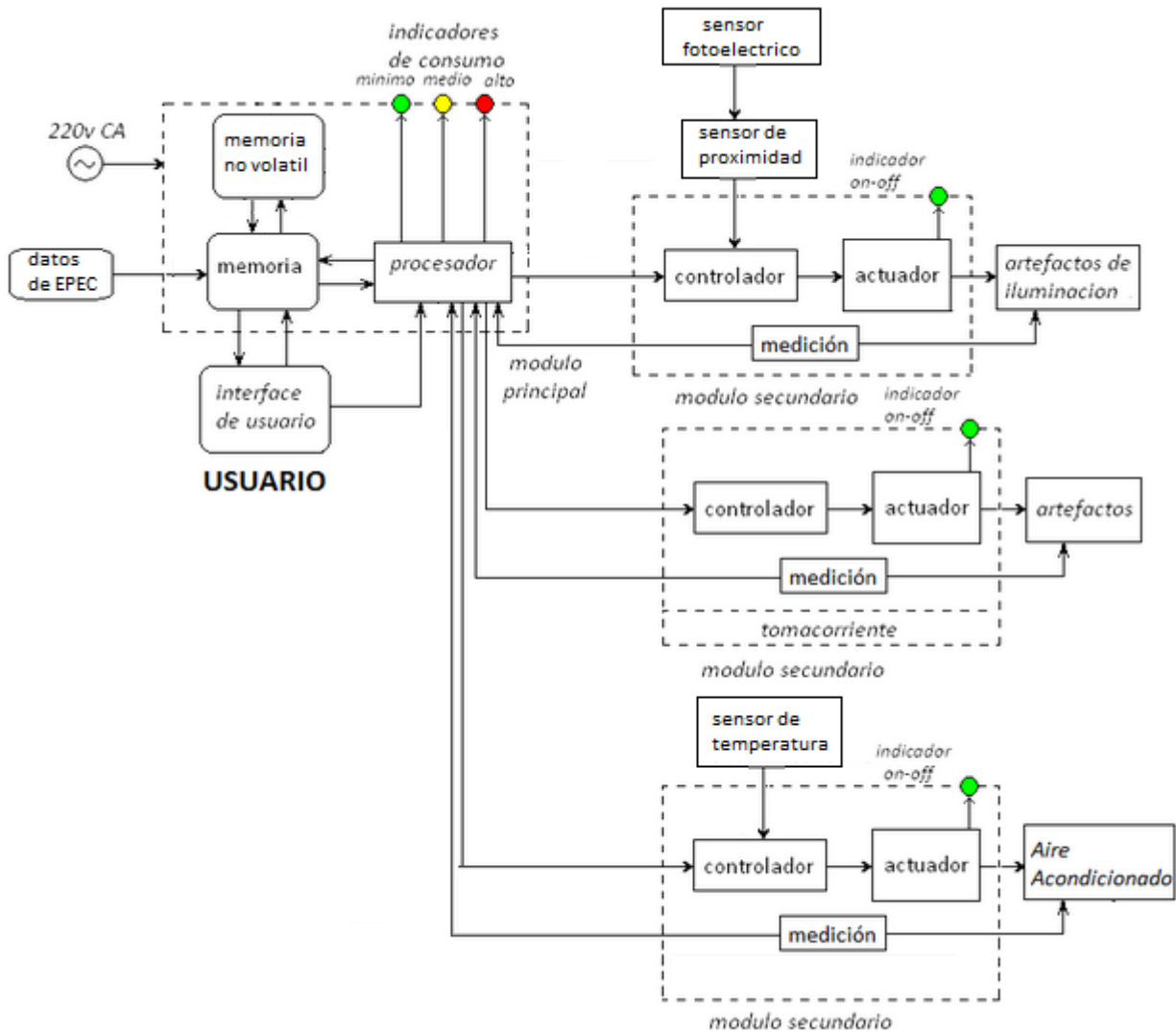


Figura 40 - Arquitectura del sistema propuesto

3.7.2.4.1-Descripción de la arquitectura

Los datos de la empresa distribuidora llegan al módulo principal (por ejemplo, a través de internet, cable de red, cable de acometida, etc.) con las tarifas de acuerdo a las zonas (pico, valle y resto). El módulo principal es el “cerebro” del sistema, se encarga además, de almacenar en la memoria todos los datos de consumo de los distintos artefactos e iluminación del hogar. Luego de almacenar los datos, los procesa para tomar decisiones sobre los módulos secundarios, con la opción de que el usuario determine el uso de las cargas de forma manual.

Los módulos secundarios se conectan físicamente a los distintos puntos de tomacorriente e iluminación y las cargas se conectan a estos módulos. Los módulos secundarios son los encargados de informar al módulo principal sobre el estado (on/off) de cada carga, medir el consumo de las mismas, y brindar información de los sensores (sensores fotoeléctricos, sensores de proximidad, sensores de temperatura, etc.).



El sensor fotoeléctrico enviará una señal (variable) al módulo secundario en función de los niveles de lúmenes existentes en el entorno.

El sensor de proximidad enviará una señal del tipo on/off al módulo secundario en función de la detección de la presencia de una o varias personas.

El sensor de temperatura enviará una señal (variable) al módulo secundario en función de los niveles de temperatura existentes en el entorno.

La comunicación entre los módulos es inalámbrica, logrando de esta manera no tener que modificar la instalación eléctrica existente.

3.7.2.5.-Componentes del sistema y particularidades de cada uno

INTERFAZ

La interfaz de usuario, es aquella que tiene interacción entre el usuario y el modulo principal.

MODULO PRINCIPAL

Esta parte es la más importante del sistema ya que es el que procesa los datos y toma decisiones según la información recibida y enviada. Está compuesto por:

- memoria con almacenamiento no volátil.
- procesador
- indicadores
- puerto de internet

MODULOS SECUNDARIOS

Actúan como “esclavos” del sistema, intercambiando información con el módulo principal y actuando sobre las cargas finales.

En el mismo se pueden distinguir:

- Controladores
- Actuadores
- Medición

3.7.2.6.-Diagrama de flujo entre las diferentes partes intervinientes del sistema

Para determinar el manejo de la información en el sistema propuesto, planteamos un diagrama de flujo para cada parte interviniente del mismo de acuerdo al flujo de datos. Asimismo, se describe la secuencia lógica de los datos en cada diagrama.

3.7.2.6.1.-Diagrama de Interfaz

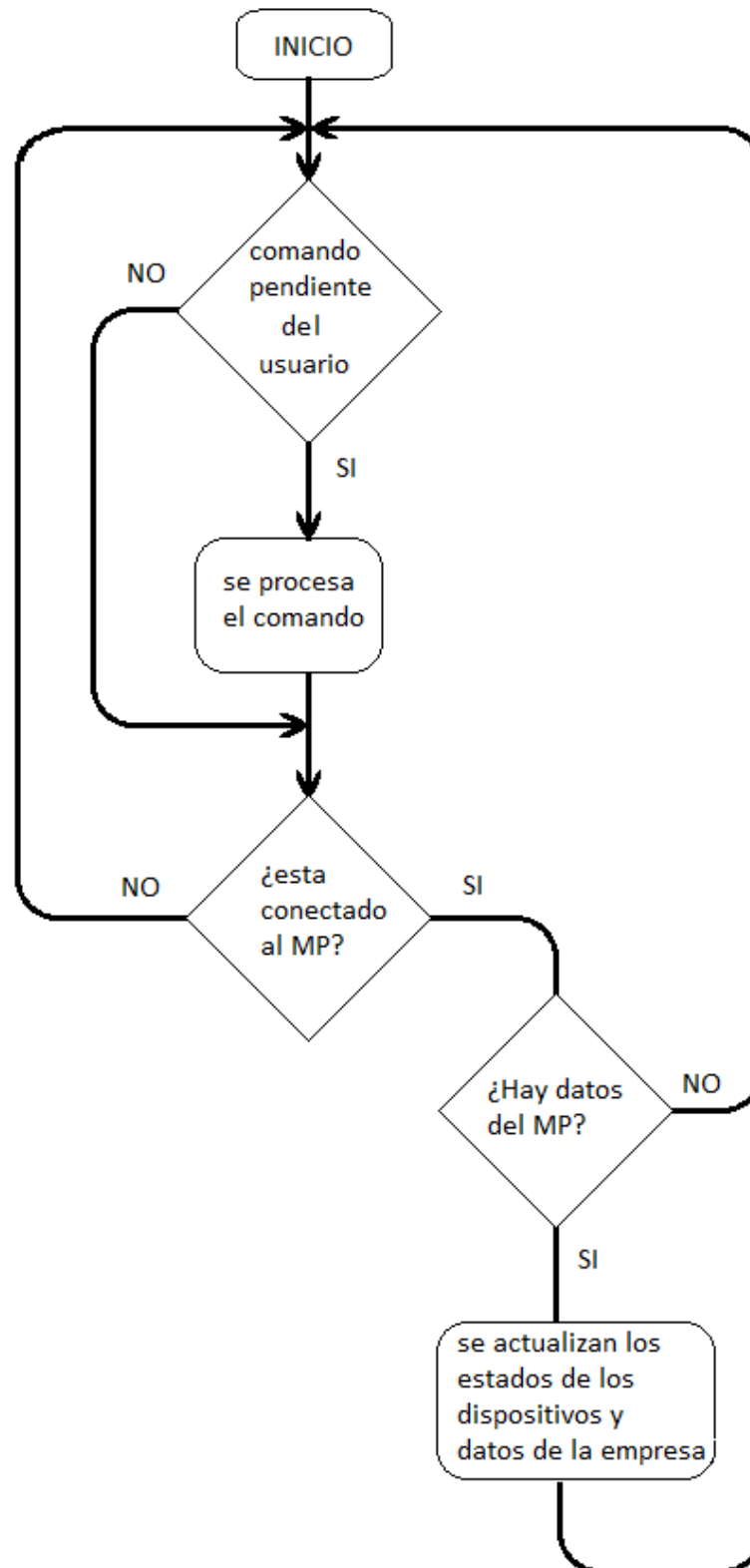


Figura 41 - Diagrama de interfaz



Inicio: Arranque del sistema

Comando pendiente del usuario: verifica si hay algún comando pendiente activado por el usuario:

Si: Procesa el comando. (activa, desactiva, muestra datos de consumo de las cargas)

No: avanza otro nivel y Verifica si esta conectado al módulo principal.(MP)

¿Está conectado al MP? :

Si: Hay datos del módulo principal ? (verifica si hay datos enviados al módulo principal: empresa eléctrica: (tarifas), sensores: (temperatura, presencia, etc.), MS: (on/off, consumos)).

No: Reinicia el ciclo (va comando pendiente del usuario)

¿Hay datos en el MP?:

Si: se actualizan los estados de los dispositivos (on/off, consumos, etc.) y datos de la empresa (tarifas) y vuelve a comenzar el ciclo

No: reinicia el ciclo (va comando pendiente del usuario)

3.7.2.6.2.-Diagrama del Módulo Principal

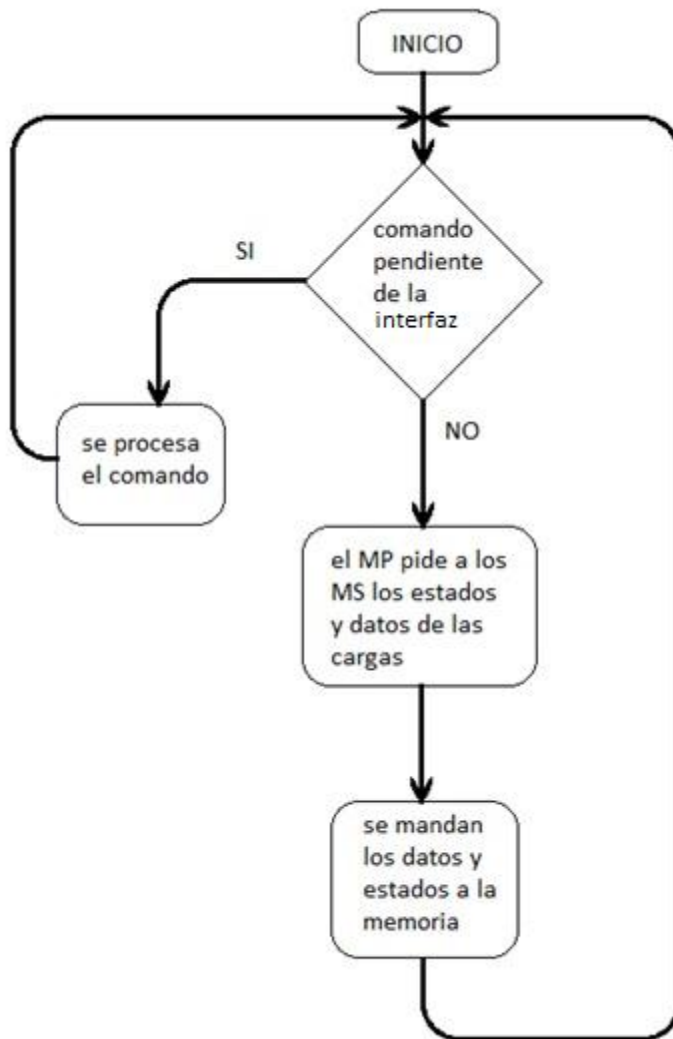


Figura 42 - Diagrama del módulo principal

Inicio: Arranque del sistema

Comando pendiente de la interfaz: verifica si hay algún comando pendiente activado por la interfaz:

Si: Procesa el comando y vuelve a comenzar el ciclo.

No: Avanza otro nivel y el MP le pide a los MS el estado y los datos de las cargas, y de los sensores y estos son enviados a la memoria del MP

Se reinicia el ciclo (comando pendiente de la interfaz)

3.7.2.6.3.-Diagrama del Módulo Secundario

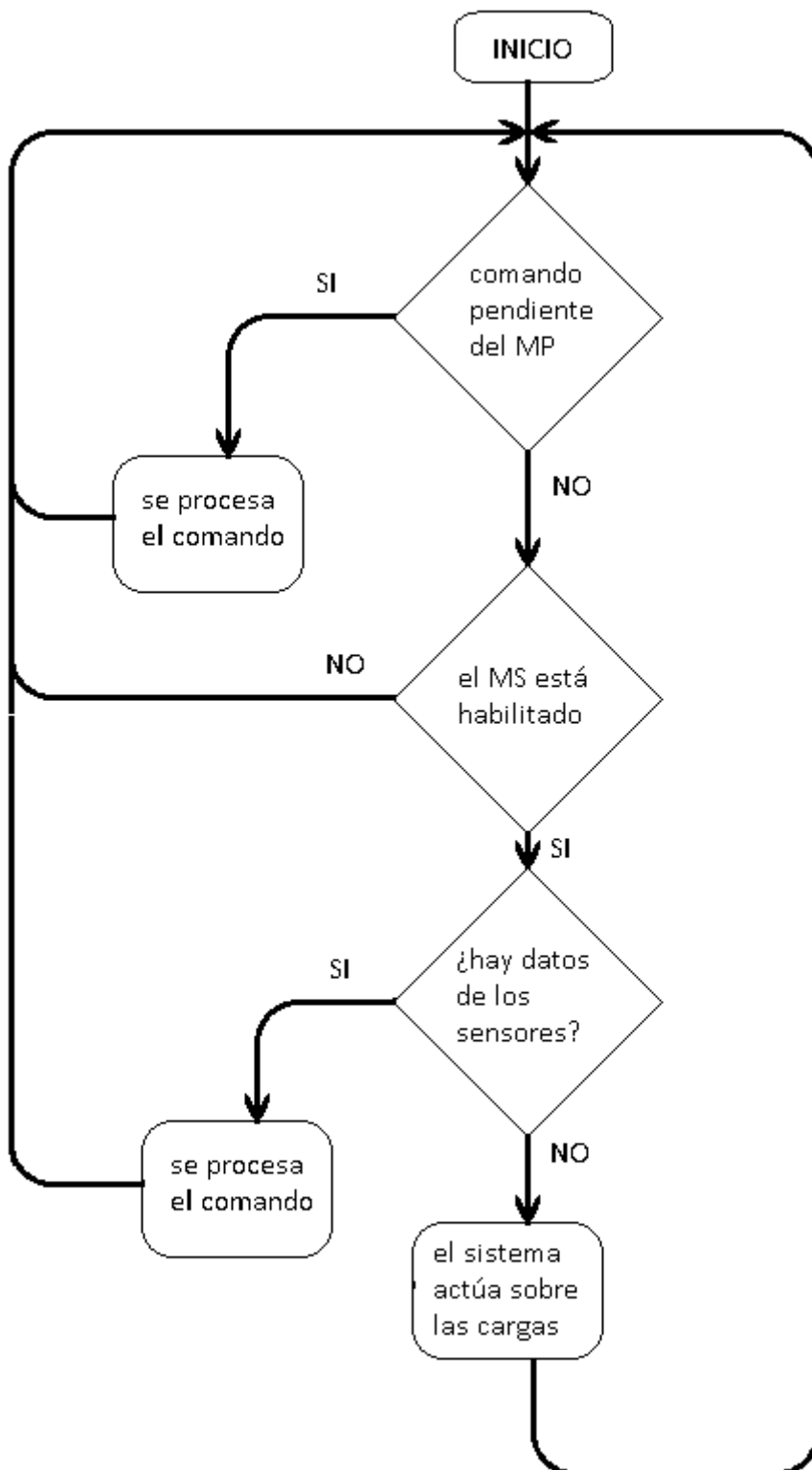


Figura 43 - Diagrama del módulo secundario



Inicio: Arranque del sistema

Comando pendiente del MP: verifica si hay algún comando pendiente activado por el modulo principal:

Si: Procesa el comando.

No: Avanza otro nivel y Verifica si está conectado al módulo secundario.(MS)

¿El MS está habilitado? :

Si: ¿Hay datos de los sensores? (verifica si hay datos de los sensores enviados al módulo secundario: temperatura, presencia, nivel de iluminación, etc.

No: Reinicia el ciclo (va a comando pendiente del MP)

¿Hay datos de los sensores?:

Si: Procesa el comando y vuelve a comenzar el ciclo

No: El sistema actúa (enciende/apaga) sobre las cargas y reinicia el ciclo (va comando pendiente del MP)

3.7.2.6.4.-Diagrama de Configuración de las cargas.

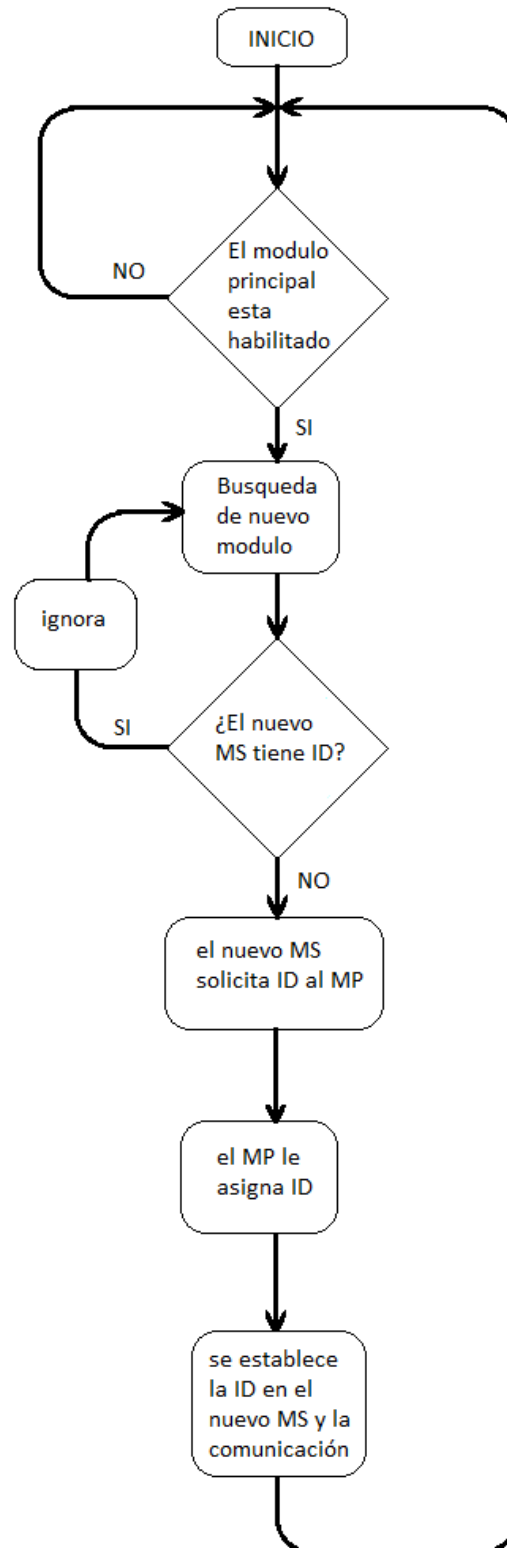


Figura 44 - Diagrama de configuración de las cargas



Inicio: Arranque del sistema

¿El MP está habilitado?:

Si: Búsqueda de un nuevo módulo (el módulo principal pregunta el ID a cada nuevo módulo secundario).

No: Reinicia el ciclo.

¿El nuevo MS tiene ID?:

Si: ignora el comando y continúa con la búsqueda de un nuevo módulo (vuelve en el ciclo)

No: el nuevo módulo secundario solicita ID al módulo principal.

El módulo principal le asigna ID al módulo secundario, se establece el ID y la comunicación.

Se reinicia el ciclo (va a ¿el Modulo Principal está habilitado?)

3.7.2.7.-Modelo matemático de las cargas y funcionamiento.

Una característica de este sistema es su capacidad para recoger automáticamente las mediciones de cada uno de sus componentes, determinar la configuración óptima de todas las cargas dentro de una residencia, y ejecutar físicamente las acciones de control apropiadas. El sistema propuesto utiliza el estado medido del sistema eléctrico (x), así como el conjunto de constantes (k) predefinidas, para generar una salida del tipo ON/OFF que está asociada al costo y eficiencia. El sistema es eficiente debido a que en el horario de menor consumo, cuando tenemos una tarifa de bajo costo, permite un mayor uso simultáneo de las cargas no esenciales. Por otra parte, en el horario de mayor consumo, cuando tenemos una tarifa de alto costo, el sistema limita el uso simultáneo de cargas no esenciales, que se verá reflejado en un beneficio económico en la facturación domiciliar de energía eléctrica.

3.7.2.7.1.-Funcionamiento de la automatización

Debido a que el comportamiento del consumo de cada artefacto o carga del hogar, tiene un impacto diferente en la curva de demanda, es necesario normalizar estos valores de consumo para las diferentes cargas, para de esta manera poder concentrar estos datos y poder trabajar con todos ellos. Así, la optimización focaliza el énfasis en la manipulación de grandes cargas que producen un mayor ahorro de energía. La composición de cada fórmula se define por el tipo de carga que representa. Para simplificar el proceso de configuración, podemos distinguir seis tipos de carga. Cuando un usuario "añade" una carga en el sistema, ésta persona debe elegir el tipo que mejor describe su propósito y comportamiento según especificaciones predefinidas.

3.7.2.7.1.1.- Carga Standard / no esencial

La designación de carga estándar es la más genérica de todas las cargas aquí presentadas y se puede aplicar a una gran variedad de cargas no esenciales que se conectan a los tomacorrientes. Se considera una carga no esencial, aquella que no es de uso primordial para el usuario y puede rotarse (es decir, usarla en otro horario). El objetivo (para su automatización) es reducir el pico de consumo de energía eléctrica, desactivando las



grandes cargas no esenciales durante largos períodos de desequilibrio en la red. Para este tipo de carga, la ecuación demuestra que el valor resultante, dependerá de la relación de la potencia consumida por el artefacto con el sistema como un todo (X_{PI}/X_{PTOT}) así como del “coeficiente de eficiencia energética de todo el sistema” (k_{EFF}) cuyo valor depende de la tarifa, y de parámetros de máximo consumo de energía ($k_{P_{MAX}}$). Si X_{PI} y/o k_{EFF} es grande, la automatización se sentirá motivada a desconectar este artefacto abriendo el relé asociado a él.

El valor k_{EFF} permite al sistema ajustar un equilibrio entre ahorro de energía y confort. La ecuación demuestra que los grandes valores de k_{EFF} amplifican el término y motivan a la automatización para operar de manera más eficiente a través de la desactivación de las cargas (mayor ahorro económico). Los valores pequeños de k_{EFF} atenúan el término y motivan a la automatización para operar con énfasis en el confort en el hogar (menor ahorro económico) permitiendo desconectar menor cantidad de cargas.

Así tendremos:

$$\text{CARGA STANDARD} = \left(k_{EFF} \frac{X_{PI}}{X_{PTOT}} \right) - k_{P_{MAX}}$$

Donde:

k_{EFF} : Es el coeficiente que permite al sistema ajustar un equilibrio entre ahorro energético y confort. Toma mayores valores cuando el sistema trabaja en horarios de mayor demanda energética.

X_{PI} : Es una variable que representa la potencia que consume el artefacto,

X_{PTOT} : Es una variable que representa la potencia instalada en todo el lugar (como un todo).

$k_{P_{MAX}}$: El valor de $k_{P_{MAX}}$ permite relacionar el valor de potencia instalada en el hogar con el total de la potencia consumida por el usuario.

Numéricamente, como veremos en el ejemplo, un resultado de valor positivo, desconectará el artefacto haciendo abrir el relé asociado a él. En el ejemplo veremos que para valores de k_{EFF} mayores, la cantidad de cargas disponibles para utilizar es menor (es decir, el sistema saca de servicio una mayor cantidad de cargas).

3.7.2.7.1.2.- Cargador

La designación de cargador se aplica a todos los dispositivos que facilitan la carga de una batería (por ejemplo, el adaptador de alimentación del teléfono celular). El objetivo es eliminar el uso de energía stand-by y, como tal, desactivar cualquier cargador que consume menos potencia que un umbral mínimo predefinido ($k_{P_{MIN}}$). La ecuación para este tipo de carga nos demuestra que la penalidad asignada a una carga de este tipo adquiere un valor positivo si $X_{PI} < k_{P_{MIN}}$, motivando a la automatización desconectar este dispositivo abriendo el relé asociado a él. Si $X_{PI} > k_{P_{MIN}}$, el cargador permanece activo y no es desconectado por el



sistema. Tener en cuenta que k_{PMIN} debe ser un valor extremadamente pequeño, para evitar interferencias con dispositivos de adecuada carga.

$$\text{CARGADOR} = (K_{PMIN} - X_{PI})$$

Donde:

X_{PI} : Es una variable que representa la potencia que consume el artefacto.

K_{PMIN} : Es el valor de umbral mínimo predefinido de potencia, a partir del cual el sistema desactiva cualquier cargador que se encuentre por debajo de ese valor.

3.7.2.7.1.3.- Iluminación.

La designación de carga de iluminación se aplica a los dispositivos que proporcionan la iluminación artificial dentro del hogar (por ejemplo, una lámpara). El objetivo (para su automatización) es minimizar el uso innecesario de la misma y, como tal, desactivar cualquier fuente de luz en un área que permanece desocupada durante largos períodos de tiempo (X_{MI} es grande) o se ilumina de forma natural (X_{LI} es grande). La ecuación para este tipo de carga demuestra que la penalidad asignada a una carga de este tipo es positiva si su consumo de potencia normalizada es grande ($X_{PI} / X_{PTOT} \gg 0$) y su entorno está bien iluminado ($X_{LI} \gg 0$), así como desocupado ($X_{MI} \gg 0$), motivando a que el esquema de automatización saque de servicio la iluminación. El efecto exacto de X_{PI} , X_{LI} , y X_{MI} depende de k_{EFF} , el cual es definido por la empresa, así como los parámetros de calibración definidos por k_{CAL} . Todas las luces dentro de una habitación están momentáneamente apagadas durante la medición de la intensidad de la luz natural (X_{LI}). Esto evita lecturas falsas.

$$\text{CARGA DE ILUMINACION} = K_{EFF} \frac{X_{PI}}{X_{PTOT}} - \frac{K_{CAL}}{K_{EFF}} \left(\frac{1}{X_{MI} X_{LI}} \right)$$

Donde:

k_{EFF} : Es el coeficiente que permite al sistema ajustar un equilibrio entre ahorro energético y confort.

X_{PI} : Es la variable que representa la potencia que consume el artefacto.

X_{PTOT} : Es la potencia instalada en todo el lugar (como un todo).

K_{CAL} : Es un valor predefinido de calibración que permite ajustar la actuación del sistema en función de la zona horaria y en función de las cargas esenciales para el usuario.

X_{MI} : Es una variable que representa la longitud de tiempo desde el último movimiento observado en segundos.

X_{LI} : es una variable que representa la intensidad de luz natural medida en lúmenes.



Podemos distinguir claramente 3 horarios diferentes en cuanto al consumo. Para cada zona horaria tenemos un valor de k_{EFF} y un valor de k_{CAL} , y diferentes valores de iluminación natural (en lumen), con todos estos valores el sistema se comporta como ON/OFF. Por otra parte, para valores de ausencia de personas mayores a 120 segundos, todas las cargas de este tipo se desconectan, independientemente del valor que tome X_{LI} .

3.7.2.7.1.4.- Acondicionador de aire.

Esta designación de carga se aplica a las unidades de aire acondicionado que consumen energía a partir de una fuente monofásica normal de 220 V. El objetivo (para su automatización) es facilitar un cierto nivel de control del clima y, como tal, desactivar la unidad de aire acondicionado cuando se mide (X_{TI}) que la temperatura cae por debajo de la deseada (K_{TI}).

$$\text{CARGA DE ACONDICIONADOR DE AIRE} = K_{EFF} \frac{X_{PI}}{X_{PTOT}} - \frac{K_{CAL}}{K_{EFF}} (K_{TI} - X_{TI})$$

Donde:

k_{EFF} : Es el coeficiente que permite al sistema ajustar un equilibrio entre eficiencia energética y confort.

X_{PI} : Es la potencia que consume el artefacto.

X_{PTOT} : Es la potencia instalada en todo el lugar (como un todo).

X_{CAL} : Es una variable que permite ajustar la actuación del sistema en función de la zona horaria y en función de las cargas esenciales para el usuario.

X_{TI} : Es una variable que representa la temperatura medida en el ambiente en $^{\circ}C$.

K_{TI} : Es una constante que representa la temperatura deseada en el ambiente en $^{\circ}C$.

La ecuación para este tipo de carga demuestra que la penalidad asignada a una carga de este tipo es positiva si el consumo de energía normalizado es grande ($X_{PI} / X_{PTOT} \gg 0$) y su entorno es lo suficientemente frío ($X_{TI} - K_{TI} \leq 0$), motivando a la automatización a desconectar este dispositivo. Si la temperatura real es mayor que la deseada, el valor de k_{CAL} va a depender del valor de k_{EFF} . De esta forma, se logrará que para temperaturas mayores de 35° la temperatura deseada sea de $27^{\circ}C$, mientras que para valores menores a $35^{\circ}C$, la temperatura deseada será de 24° , logrando así mantener un mínimo salto térmico y un menor tiempo de funcionamiento del aire acondicionado. Para mayores valores de k_{EFF} , se logrará que para temperaturas mayores de 35° sea menor la temperatura de este salto térmico, motivando a sacar de servicio este tipo de cargas en menos tiempo.

3.7.2.7.1.5.- Calentador externo (estufa eléctrica)

Esta designación de carga se aplica a las unidades de calefacción más pequeñas (por ejemplo, una estufa eléctrica).



$$\text{CARGA DE CALEFACCION} = K_{\text{EFF}} \frac{X_{\text{PI}}}{X_{\text{PTOT}}} - \frac{K_{\text{CAL}}}{K_{\text{EFF}}} (X_{\text{TI}} - K_{\text{TI}})$$

Donde:

K_{EFF} : Es el coeficiente que permite al sistema ajustar un equilibrio entre eficiencia energética y confort.

X_{PI} : Es la potencia que consume el artefacto.

X_{PTOT} : Es la potencia instalada en todo el lugar (como un todo).

X_{CAL} : Es una variable que permite ajustar la actuación del sistema en función de la zona horaria y en función de las cargas esenciales para el usuario.

X_{TI} : Es una variable que representa la temperatura medida en el ambiente en °C.

K_{TI} : Es una constante que representa la temperatura deseada en el ambiente en °C.

La ecuación para este tipo de carga demuestra que la penalidad asociada con estos dispositivos, es muy similar a la de (4).

3.7.2.7.1.6.- Sin control

Esta designación se aplica a cargas esenciales, dispositivos sobre los cuales la automatización no exhibe control alguno. Por ejemplo la heladera.

CAPITULO 4.

Evaluación del Sistema Propuesto e Interpretación de resultados obtenidos



CAPITULO 4 - Evaluación del sistema propuesto e interpretación de resultados obtenidos

Para realizar una evaluación de las bondades del sistema propuesto, realizaremos un ejemplo ilustrativo analizando los consumos y costos de la energía eléctrica en una típica casa de familia, y posteriormente realizaremos una comparativa de los mismos aplicando el sistema.

4.1.-Ejemplo de uso de las cargas

Supongamos estar en una casa con los siguientes ambientes:

1-cocina (1 lámpara 15w, 1 heladera 500w, 1 microondas 800w, 1 campana extractora 160w, 1 tubo fluorescente 18w, lavaplatos 2500w)

2-living-comedor (1 lámpara de 12w y 1 lámpara de 15w, tv 100w, dvd 80w, aire acondicionado 1350wfrio 2000wcalor, pc 480w, equipo música 100w)

3-baño (1 lámpara 12w, termotanque 2000w)

4- pasillo (1 lámpara 15w)

5- dormitorio padres (1 lámpara 12w, 1 lámpara velador 8w, 1 ventilador techo 60w, 1 tv 14" 80w, aire acondicionado 1350w frio 2000w calor)

6- dormitorio hijo (1 lámpara 12w, 1 lámpara velador 8w, 1 ventilador techo 60w, 1 tv 20" 100w, aire acondicionado 1350wfrio 2000wcalor)

7-sala de lavados (1 lámpara 12w, 1 lavarropa 2200w, 1 secarropa 1100w)

8-pasillo (1 lámparas 8w)

9- patio (1 lámparas 15w)

10- taller (1 lámpara 15w)

Otros artefactos

Plancha 1000w, afeitadora 15w, cargador de celular 50w, cortadora césped 500w, radiograbador 80w, aspiradora 1200w, taladro 500w, videojuegos 150w, tostadora 1000w, secador de pelo 500w, juguera 400w.

En esta vivienda viven 3 personas (Ana, Diego y su hijo Pablo). Los consumos planteados son aproximados, con lo cual, tenemos una potencia total instalada del orden de los 20.000w.

Tenemos que distinguir 3 zonas horarias:

- ZONA PICO – De 18 a 23 hs – En este horario es donde se produce el pico de consumo en la curva de demanda de energía eléctrica, por este motivo la tarifa de la energía eléctrica aquí es la más elevada.
- ZONA VALLE – De 23 a 5 hs – En este horario es donde se produce el mínimo consumo en la curva de demanda de energía eléctrica, por este motivo la tarifa de la energía eléctrica aquí es la más baja.
- ZONA RESTO – De 5 a 18 hs – En este horario es donde el consumo tiene mayores variaciones. La tarifa de la energía eléctrica aquí tiene un precio intermedio.



4.1.1.-Utilización de las cargas en la zona RESTO

El despertador suena a las 5:00 hs de la mañana, es cuando Diego se levanta y prende la luz del velador. Se dirige hacia el baño en donde enciende la luz a las 5:05hs, y en el mismo usa la afeitadora por unos 10 minutos, luego de salir del baño, apaga la luz del baño (5:15), se dirige hacia la cocina, donde enciende la luz del pasillo (5:15) y luego enciende el tubo de 18w en la mesada (5:15) y pone a hervir el agua para hacerse un café, además coloca pan en el tostador a las 5:20 y en ese momento se viste en su dormitorio y apaga la luz del velador a las 5:25. A esa misma hora apaga la luz del pasillo (5:25). Con las tostadas listas a las 5:25 se dirige al living-comedor, en donde enciende 3 luces de 12w y el tv a 5:30 y toma su desayuno hasta las 5:40hs, en ese momento apaga el tv y la luz del living-comedor (5:40) para ir a lavar sus vajillas en la cocina.

A las 5:45 se retira, enciende las luces del patio (5:45) y apaga las de la cocina (5:45), para buscar su moto y cerrar la casa, hasta irse al trabajo a las 5:50hs momento que apaga las luces del patio (5:50) y se retira.

A las 6:45hs Ana prende la luz del velador, se viste y se levanta. Se dirige hacia el baño donde a las 6:55 enciende la luz y luego de unos 10 minutos a las 7:05 sale y apaga la luz. Se dirige a despertarlo a pablo, enciende la luz de su dormitorio 7:05hs. En el trayecto enciende las luces del pasillo a las 7:05hs. Luego va a la cocina en donde enciende la luz de la cocina y el tubo de 18w en la mesada a las 7:10 y pone a hervir el agua, y enciende el tostador (7:10) para prepararse el desayuno para ella y pablo. Se dirige al dormitorio donde se viste y apaga la luz del velador a las 7:20hs. Pablo se levanta y sale de la pieza a las 7:10 (ausencia de 7:10 a 7:40 que Ana apaga la luz), utiliza el baño de 7:10 a 7:20. Las tostadas están listas a las 7:20. Luego, se dirige al living-comedor (7:20), en donde enciende 3 luces de 12w y el tv a 7:25 y toma con pablo su desayuno hasta las 7:40hs, en ese momento apaga el tv y la luz del living-comedor, cuarto de Pablo y pasillo. A las 7:45 se retira, enciende las luces del patio y apaga las de la cocina y tubo y pasillo para cerrar la casa, hasta acompañarlo al colegio a pablo a las 7:50hs.

Ana vuelve a la casa a las 8:20hs, apaga las luces del patio (ausencia 7:50 a 8:20) y prende la luz de la cocina y pone el agua para tomar unos mates. Mientras tanto va preparando ropa para lavar, enciende la luz de la sala de lavados a las 8:25 y realiza un primer lavado a las 8:30hs. Ana apaga la luz de la cocina y sala de lavado a las 9:00hs, mientras tanto se pone a limpiar el hogar y usa una aspiradora durante 8:40-8:50hs, 9:05-9:20hs. El lavarropas se detuvo 9:40hs, en ese momento Ana saco la ropa y la colgó en el patio para que se seque con el sol.

Además durante la mañana Ana estuvo planchando, mientras miraba televisión desde las 10:30hs a las 11:30hs. La radio estuvo encendida durante 3 horas, de las 9:00 a 12:00hs. Al mediodía Ana fue a buscar a pablo al colegio a las 12:15hs.

Al regreso estuvo cocinando y usando el extractor por 1/2 hora, desde las 12:45hs hasta las 13:15hs. Mientras tanto pablo uso la computadora en ese lapso de tiempo, y la dejó encendida.

Diego llega al hogar a las 13:15hs y se cambia en su dormitorio. A las 13:30hs la familia se reúne para almorzar, en donde encienden el tv y las luces del comedor (3x12w), luego



encienden el Aire acondicionado a las 13:40hs, el cual es encendido hasta las 15:10hs que dura la sobremesa. A esa hora, Ana ya levanto la mesa y Pablo se va a su dormitorio a seguir usando la pc. Diego se va al baño por 10 minutos (15:15-15:25hs), apaga la tv y luces del comedor (15:25hs) y luego se acuesta a dormir la siesta. Ana usa el lavaplatos de las 15:25 a 15:40hs. Diego Enciende el aire del dormitorio a las 15:25hs y lo mantiene encendido hasta las 16:30hs hora que se levanta. Ana luego de lavar los platos y limpiar la cocina, uso el baño de las 15:50 a 16:00hs y se acostó a dormir por 1 hora, de las 16:00 a 17:00hs. Pablo apago la pc a las 16:00hs y se fue a visitar a los amigos.

A las 17:15hs se reúnen a tomar unos mates Diego y Ana hasta las 17:30hs. Ana uso el baño, para pegarse una ducha y secarse el pelo de las 17:30 a 18:00hs. A las 18:15hs se van a hacer las compras, hacer trámites y vuelven a las 19:00hs. En la tarde Pablo cargo su celular por dos horas, de las 13:30 a las 15:30hs.

4.1.2.- Utilización de las cargas en la zona PICO

A las 19:00hs prenden la luz de la cocina, pasillo, comedor, y acomodan mercadería hasta las 19:30hs, a las 19:50hs apagan la luz de la cocina, comedor y pasillo (cocina y comedor ausencia de 19:30 a 19:50hs; pasillo ausencia 19:00 a 19:50hs). Diego fue al baño de las 19:20 a 19:30hs. Ana recoge la ropa colgada y vuelve a lavar ropa a las 19:30hs hasta las 20:40hs. A las 19:30hs encendió la luz de la sala de lavado. Luego a las 20:40hs enciende la luz del pasillo, y usa el secarropa por 20 minutos (21:00hs) y vuelve a colgar una nueva tanda de ropa, para lo cual enciende la luz del patio a las 20:40 (21:00hs), a esa hora apaga la luz del pasillo. Ana estuvo planchando 40 minutos (19:40 a 20:20hs) mientras el lavarropa hacia su trabajo. Ana entró al baño 20:55hs y al salir apagó la luz del baño y de la sala de lavado y patio a las 21:10hs. Por otra parte, Diego estuvo en el taller haciendo tareas desde las 19:30hs hasta las 21hs, durante lo cual tuvo encendida una lámpara y uso un taladro por un tiempo aproximado de 20 minutos (de 20:00 a 20:20hs). A las 21:15hs Ana uso el microondas unos 15 minutos (21:30hs) y preparo la cena. La lámpara de la cocina estuvo encendida durante 1 hora (de 20:30 a 21:30hs). Diego se entró a bañar a las 21:10hs, hasta las 21:25hs, durante el cual tuvo encendida la lámpara del baño.

Pablo volvió de la casa del amigo a las 19hs y estuvo jugando videojuegos hasta las 21hs, para lo cual encendió la lámpara de su dormitorio y además usó el televisor de su dormitorio. Pablo usó el baño de las 20:00 a 20:05hs.

A las 21:15hs Diego enciende la luz del comedor y prepara la mesa. A las 21:45hs la familia se reúne a cenar, encienden el tv (21:45hs) y ven tv hasta las 22:00hs, a esa hora Pablo se va a bañar, para lo cual prende la luz del dormitorio a las 21:55hs hasta las 22:00hs que entra al baño, se baña hasta las 22:15hs y luego enciende la luz del velador (22:15hs) por unos 15 minutos hasta las 22:30hs. Por otra parte, Diego y Ana apagan la luz del comedor 22:15hs y ven una película hasta las 23:30hs, para lo cual usan el tv y dvd.



4.1.3.- Utilización de las cargas en la zona VALLE

Diego apaga el tv y el dvd a las 23:30hs, Ana prende las luces de la cocina y comedor lava los platos con el lavaplatos hasta las 23:50hs y se van a dormir a las 0:00hs. Horario en que cierran toda la casa y apagan todas las luces (comedor y cocina). Diego entra al baño a las 23:45hs hasta las 0:00hs. Luego enciende la luz del velador por 45 minutos (0:45hs). Por otra parte, Ana usa el baño de las 0:00 a las 0:15hs. Cuando sale prende la luz de su velador y lo apaga junto con diego a las 0:45hs. Ana y Diego conectaron para cargar su celular a las 0:30hs, hasta las 5:00hs.

4.2.-En Resumen

Supongamos que esta “casa familiar tipo” por mes consume entre 120-500kWh, según EPEC el precio de la tarifa SIN SUBSIDIO es de \$0,82188 por kWh consumido.

Supongamos una variación de 20% entre zonas horarias, así tendremos tomando los siguientes valores de tarifa por kWh consumido:

ZONA PICO: 0,98626 \$/kWh

ZONA VALLE: 0,65750 \$/kWh

ZONA RESTO: 0,82188 \$/kWh

Para los valores de los consumos de las cargas del ejemplo, tendremos los siguientes totales:

-Cargas Standard

SIN SISTEMA			IMPLEMENTANDO EL SISTEMA	
ZONA	Consumo (kWh)	Costo (\$)	Consumo (kWh)	Costo (\$)
RESTO	9,61	9,48	12,56	10,32
PICO	6,31	5,18	3,36	3,31
VALLE	1,67	1,10	1,67	1,10
TOTALES	17,59	15,76	17,59	14,73
AHORRO CARGAS STANDARD				
CONSUMO (kWh)			0	
COSTO (\$)			1,027 (6,52%)	

Tabla 20 - Resumen de cargas STANDARD

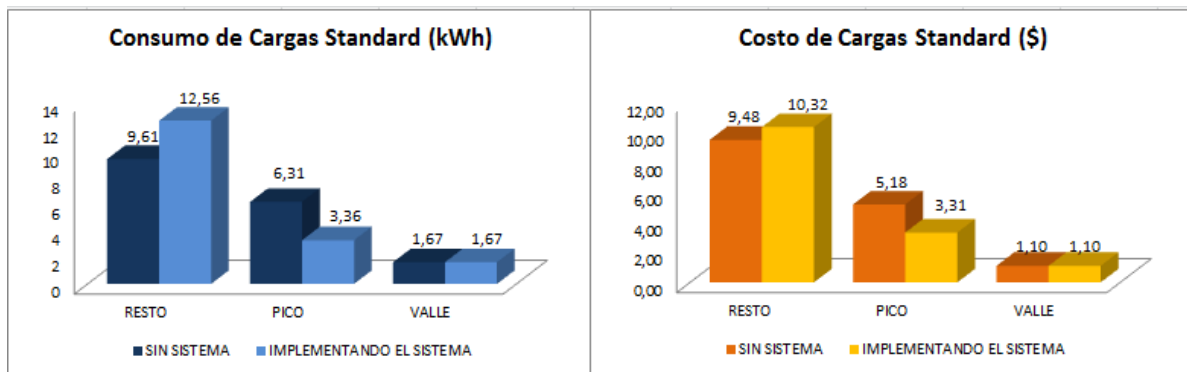


Figura 45 - Implementación del sistema para cargas STANDARD

En el gráfico podemos apreciar que el consumo de las cargas del tipo Standard en el horario PICO, sin aplicar el sistema, es de un valor cercano al doble (6,31kWh) que el consumo medido para las mismas cargas implementando el sistema (3,36kWh). Mientras que para el horario RESTO, se aprecia un aumento del consumo de este tipo de cargas standard cuando es implementado el sistema, y esto se debe a que las cargas “lavarropas” y “secarropas” han sido “rotadas” desde el horario PICO al horario RESTO. Si bien podemos apreciar que el consumo aumentó en el horario RESTO, la tarifa asociada en este horario es menor que en el horario PICO, el cual se ve reflejado en el gráfico de costos.

Por otra parte, en el horario VALLE no hay variación en cuanto al consumo medido ni costo asociado de las cargas del tipo Standard.

-Cargador

SIN SISTEMA			IMPLEMENTANDO EL SISTEMA	
ZONA	Consumo (kWh)	Costo (\$)	Consumo (kWh)	Costo (\$)
RESTO	0,1001	0,082	0,1	0,082
PICO	0	0	0	0
VALLE	0,201	0,132	0,2	0,132
TOTALES	0,3011	0,214	0,3	0,214
AHORRO CARGADOR				
CONSUMO (kWh)		0,0011 (0,36%)		
COSTO (\$)		0,0007 (0,32%)		

Tabla 21 - Resumen de cargas CARGADOR

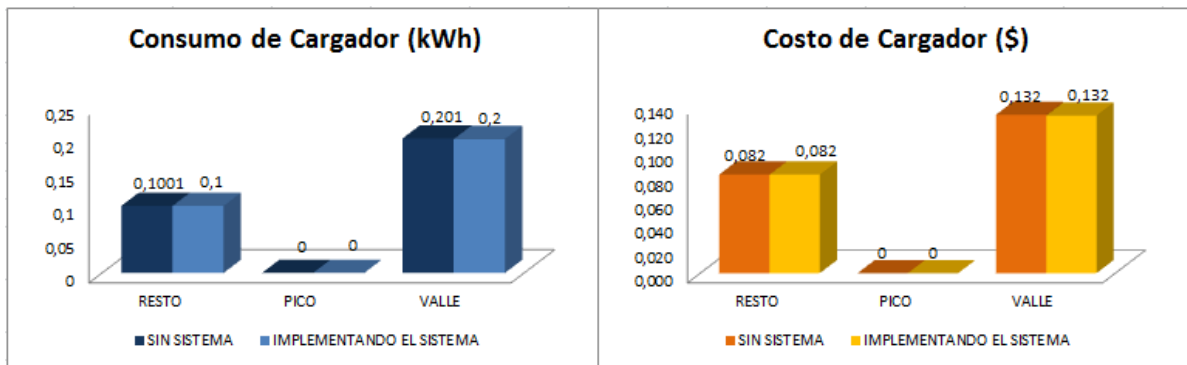


Figura 46 - Implementación del sistema para CARGADOR

Este tipo de carga, como se aprecia en los gráficos es utilizada en el horario RESTO y horario VALLE, pero implementando el sistema no hay considerables variaciones en cuanto a los valores de consumo y costo.

-Cargas de iluminación

SIN SISTEMA			IMPLEMENTANDO EL SISTEMA	
ZONA	Consumo (kWh)	Costo (\$)	Consumo (kWh)	Costo (\$)
RESTO	0,12	0,10	0,03	0,02
PICO	0,17	0,17	0,05	0,05
VALLE	0,03	0,02	0,03	0,02
TOTALES	0,32	0,29	0,11	0,09
AHORRO EN ILUMINACION				
CONSUMO (kWh)		0,21 (34,37%)		
COSTO (\$)		0,19 (67,24%)		

Tabla 22 - Resumen de cargas de ILUMINACION

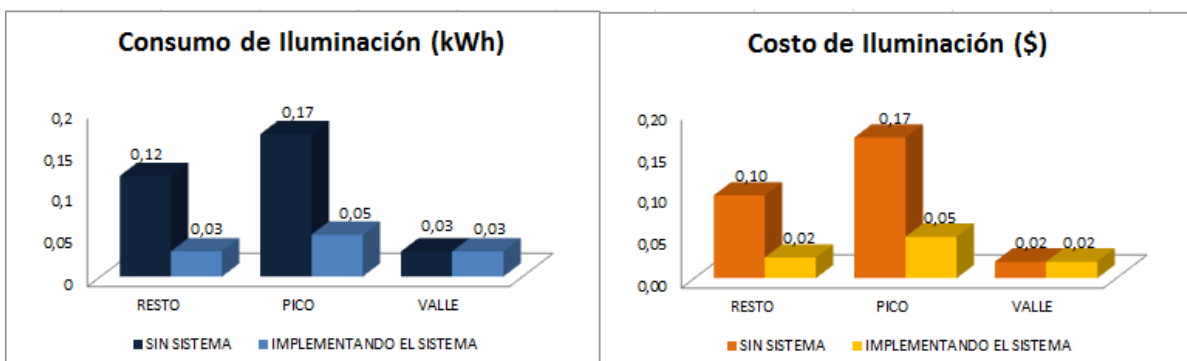


Figura 47 - Implementación del sistema para ILUMINACION

En los gráficos de consumo y costo podemos observar que aplicando el sistema tenemos un considerable ahorro de energía y, por ende, un ahorro en el costo de la misma. Además

se aprecia que, la mayor variación de consumo y costo se da en los horarios RESTO y PICO que es donde el usuario tiene un mayor uso de este tipo de carga.

-Cargas de Acondicionadores de aire

SIN SISTEMA			IMPLEMENTANDO EL SISTEMA	
ZONA	Consumo (kWh)	Costo (\$)	Consumo (kWh)	Costo (\$)
RESTO	2,025	1,66	0,90	0,74
PICO	0	0	0	0
VALLE	0,675	0,44	0,56	0,37
TOTALES	2,7	2,11	1,46	1,11
AHORRO EN AIRE ACONDICIONADO				
CONSUMO(kWh)		1,24 (54,07%)		
COSTO (\$)		1,0022 (47,54%)		

Tabla 23 - Resumen de cargas de ACONDICIONADORES DE AIRE

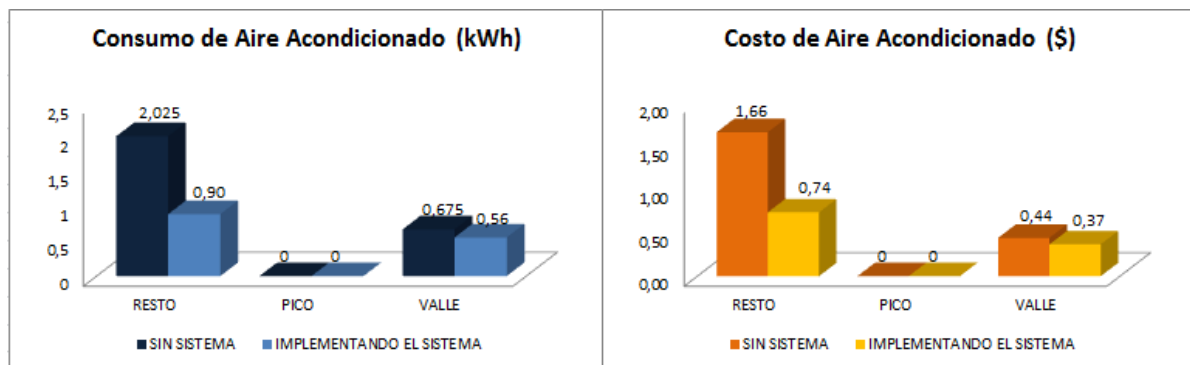


Figura 48 - Implementación del sistema para ACONDICIONADOR DE AIRE

El aire acondicionado es una de las cargas que mayor consumo tiene, motivo por el cual cuando sale de servicio esta carga, se produce una considerable disminución de consumo de energía y costo asociado. Esto se puede apreciar mejor en el horario RESTO, donde la carga es utilizada por un tiempo más prolongado que en el horario VALLE, ya que su uso se corresponde con un horario de elevada temperatura.

4.3.-Interpretación de resultados obtenidos

4.3.1.-Análisis de los consumos y costos por hora

En los siguientes gráficos se observa el consumo total de todas las cargas así como el costo asociado para las distintas horas del día.

Podemos apreciar que para el horario VALLE no hay importantes variaciones en cuanto al consumo y costo. El mayor impacto se observa en el horario PICO, en donde salieron de servicio dos cargas de importante consumo como lo son el lavarropas y secarropa, en el horario de las 19 hasta las 21hs. Estas dos cargas fueron conectadas en el horario RESTO,



en el horario de las 16 a 19hs. De esta manera, se logra un menor costo asociado, por utilizar estas cargas durante el mismo lapso de tiempo, pero en otro horario. En cuanto al ahorro de energía (menor consumo) el mayor impacto lo vemos en el horario de las 14 a 16hs, en donde el aire acondicionado ha sido desconectado de acuerdo a los niveles de temperatura deseada establecidos por el sistema. Esto representa un ahorro del 55,67%.

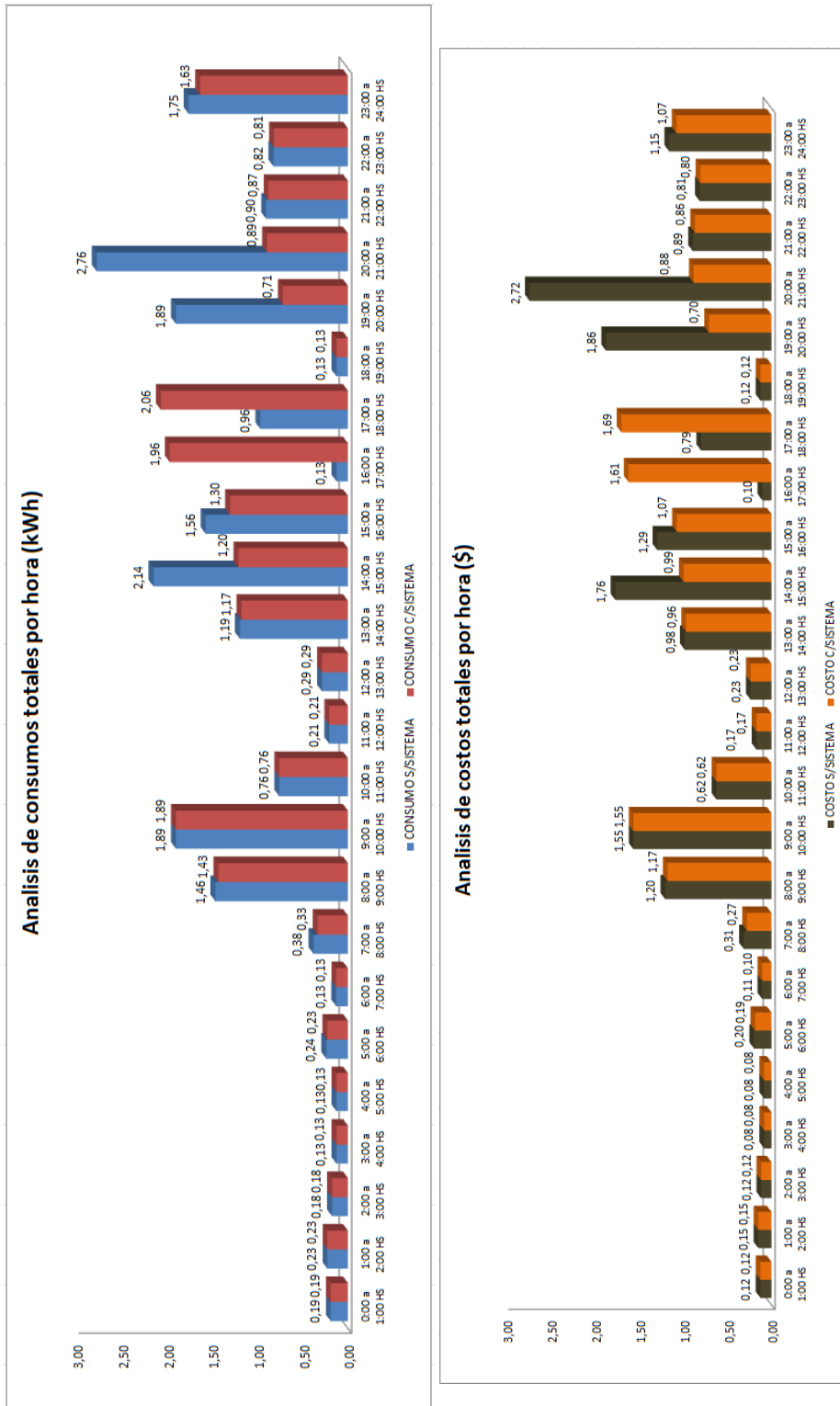


Figura 49 - Analisis de consumos y costos por hora



4.3.2.-Resumen de totales

SIN SISTEMA			IMPLEMENTANDO EL SISTEMA	
CARGA	Consumo (kWh)	Costo (\$)	Consumo (kWh)	Costo (\$)
STANTARD	17,59	15,76	17,59	14,73
CARGADOR	0,30	0,21	0,30	0,21
ILUMINACION	0,32	0,29	0,11	0,09
AIRE ACONDICIONADO	2,70	2,11	1,46	1,11
TOTALES	20,91	18,37	19,46	16,14
AHORRO TOTAL				
CONSUMO(kWh)		1,45 (6,93%)		
COSTO (\$)		2,22 (12,11%)		

Tabla 24 - Resumen de TOTALES

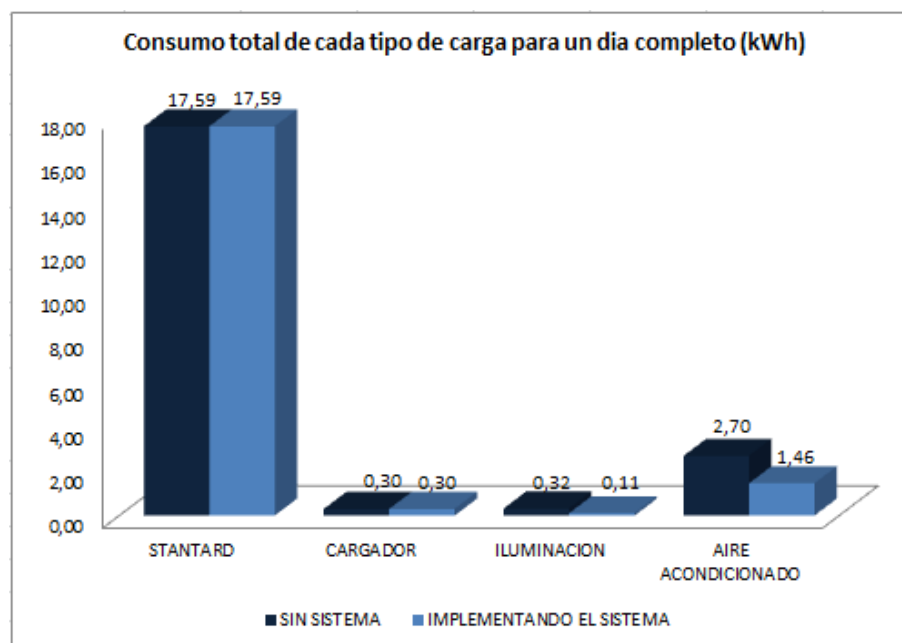


Figura 50 - Consumo total para cada tipo de carga

Podemos apreciar en el gráfico de consumos que, no hay variación en cuanto a los valores dados para cargas standard, ya que las cargas han sido “rotadas” permitiendo que el usuario disponga de las mismas pero en un horario de menor demanda de energía y costo. En total observamos que aplicando el sistema, se ha disminuido en más de la mitad el consumo de la iluminación (65,62%) y se ha disminuido en un 46% aprox. el consumo dado para el aire acondicionado.

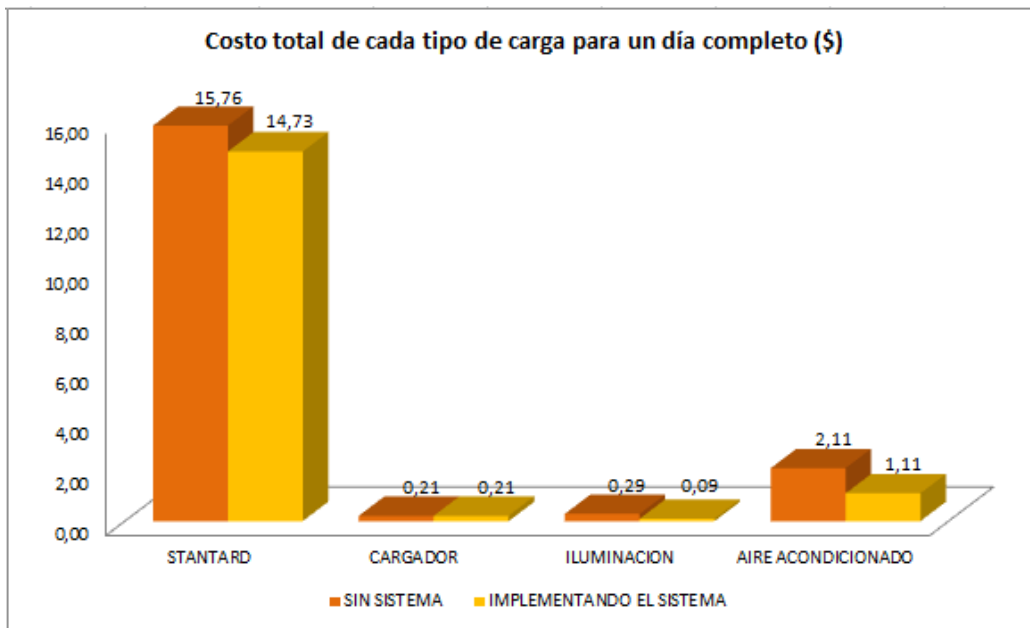


Figura 51 - Costo total para cada tipo de carga

En el gráfico de costos podemos observar una disminución de aprox. 6,5% del costo asociado a las cargas del tipo standard. Asimismo, se observa una considerable disminución de costo para cargas de iluminación (aprox. 69%) y de aire acondicionado (aprox. 47,5%).

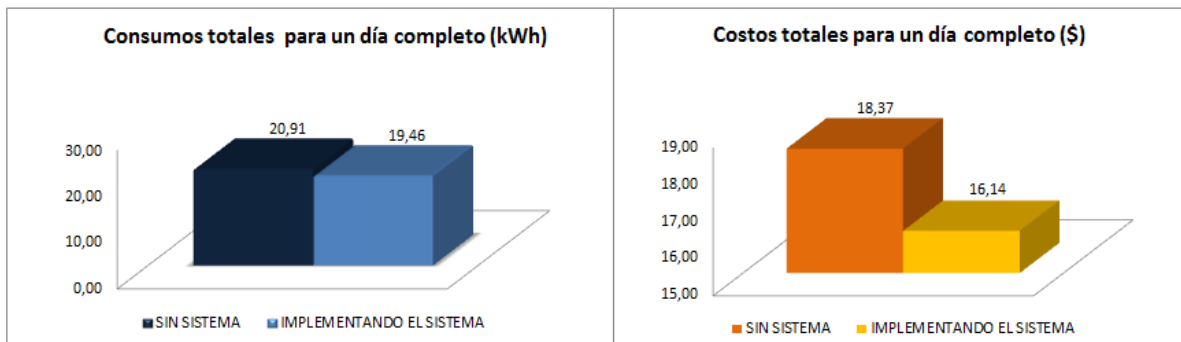


Figura 52 - Consumos y costos totales

- Para la jornada completa tendremos un **ahorro de energía de 6,93% (equivalente a 1,45 kWh)** y un **ahorro en costo de 12,11% (equivalente a \$2,225)**. Estos valores de ahorro pueden ser más altos, dependiendo de la necesidad de uso de las cargas que tenga el usuario.

CAPITULO 5.

Conclusiones y trabajos futuros



CAPITULO 5 - Conclusiones y trabajos futuros

5.1.-Conclusiones

A lo largo del presente proyecto integrador se realizó una integración de diferentes tipos de conocimientos, previos y nuevos, que finalmente asentaron las bases de un complejo sistema de gestión de energía residencial. Los objetivos planteados en un principio se han cumplido ya que luego de realizar una evaluación técnica del sistema, resulta que la implementación del mismo beneficiaría desde el punto de vista de eficiencia energética, tanto al usuario final como a la empresa distribuidora de energía.

Se han presentado inconvenientes en las diferentes etapas del proyecto y de distinto tipo, que mediante la replanificación y el manejo de herramientas de criterio y conocimientos adquiridos en la carrera, permitieron resolverlos. Han formado parte de este trabajo la búsqueda de la información, el análisis de requerimientos, la introducción a estándares y nuevos conceptos, la integración de conocimientos, etc. sin perder de vista que aún quedan cosas por hacer.

Como sabemos, cada usuario residencial tiene un comportamiento particular de uso de las cargas. En nuestro trabajo elegimos un caso particular de una familia (usuario residencial) en el cual quedó en evidencia la gestión energética por medio de la implementación de este sistema.

Consideramos que las bases planteadas en nuestro proyecto integrador permiten ampliar el alcance del mismo para realizar un enfoque y análisis más específico.

5.2.-Trabajos futuros y Posibles mejoras

Dado que el campo de la eficiencia energética es bastante amplio, las mejoras que contribuirían a la misma y se complementarían con nuestro sistema de gestión de energía son:

- La implementación de un sistema de generación alternativa.
- La introducción del concepto de balance neto.
- El desarrollo de un algoritmo de programación para desarrollar un software.

CAPITULO 6.

Referencias y Bibliografía



CAPITULO 6 - Referencias y Bibliografía

-Reglamentación para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles AEA 90364-7-771 Edición 2006

-Guía de contenidos mínimos para la elaboración de un proyecto de domótica – Colegio de Ingenieros Especialistas de Córdoba (CIEC)

-Instalaciones domóticas - Juan Carlos Martin

-Montaje de instalaciones automatizadas- Ramón Guerrero Pérez

-Boletines informativos de ADEERA y AGEERA

-Apunte de Centrales Eléctricas - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología - Universidad Nacional de Tucumán

-Apunte de Centrales, Estaciones y Transporte de Energía Eléctrica- Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba

Sitios web

-Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC).

Sitio web: <http://www.epec.com.ar>

-Secretaría de Energía de la Nación.

Sitio web: <http://energia3.mecon.gov.ar/home/>

-Compañía Administradora del Mercado Eléctrico Mayorista (CAMMESA)

Sitio web: <http://www.cammesa.com.ar>

-Información Legislativa y Documental- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas

Sitio web: <http://infoleg.gov.ar>

-Instituto de Ingeniería y Tecnología.

Sitio web: <http://digital-library.theiet.org/>

-Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

<http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>

ANEXOS.
