

GESTIÓN ENERGÉTICA EN LA UNIVERSIDAD DE HOLGUÍN

ENERGY MANAGMENT IN HOLGUIN UNIVERSITY

Autores:

Reynaldo Laborde Brown, rlaborde@uho.edu.cu, Doctor en Ciencias Técnicas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Holguín, Cuba.

Gabriel Hernández Ramírez, ghernandez@uho.edu.cu, Doctor en Ciencias Técnicas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Holguín, Cuba.

José Matínez Martínez, jmartinezm@uho.edu.cu, Master en Ciencias, Facultad de Ingeniería, Universidad de Holguín, Cuba.

Resumen

Con el presente trabajo se persigue mostrar, los principales resultados obtenidos en la gestión energética que se realiza en la Universidad de Holguín con el propósito de contribuir con el uso racional de la energía eléctrica en este centro, obtener material e información práctica actualizada para el mejor desarrollo de los cursos de pre y posgrado y para el asesoramiento a las empresas del territorio en materia de eficiencia energética. El estudio ha sido sustentado en la aplicación de diagnósticos energéticos en las instalaciones que conforman la sede central de la institución y la aplicación de la metodología conocida como tecnología de gestión total eficiente de la energía, acompañada con el uso de un conjunto de instrumentos de medición (analizadores de redes, contadores, etc.) que, permitieron caracterizar el comportamiento de las tensiones, corrientes, potencias y consumo de energía por cada circuito principal y ramal del centro objeto de estudio. Con el volumen de información obtenido se logró identificar las áreas de mayores consumos de energía, así como diversos problemas técnicos de las redes internas, entre ellos, sobrecargas, desbalances y bajo factor de potencia, todo ello propició la elaboración de un plan de mejoras del sistema energético y la disponibilidad de un material didáctico para la educación energética y para el apoyo a las empresas territoriales.

Palabras clave: Consumo de energía, diagnóstico energético, factor de potencia, potencia instalada,

Abstract

The purpose of the present work is to show the main results of energy management carried out in Holguin University, in order to contribute to the rational use of electric energy in this center, to obtain material and updated practical information to improve development of undergraduate and postgraduate courses, so as to support enterprises in the territory by means of consultation about energy efficiency. The work has been based upon the application of energy diagnosis in the facilities comprising the head quarter of this institution and the application of the methodology known as technology of total efficient management of energy, both supported by the use of several measurement instruments such as network analyzers, electric energy meters, etc. which

allowed to characterize the behavior of currents, voltages, powers and energy consumption in each main and secondary circuit in the object of study. Standing on the volume of information obtained was possible to identify those areas exhibiting the greatest energy consumption and also several technical problems in the inner networks such as overloads, unbalances, low power factor, etc., all of this propitiated the elaboration of an improvement plan for energy management and the availability of didactic material for supporting teaching in energy matter and for advising enterprises upon actual examples, referred to the university study.

Key words: Energy consumption, energy diagnosis, installed power, power factor.

I INTRODUCCIÓN

Uno de los temas de gran actualidad a nivel global es el tema energético. Nuestro país apuesta por una verdadera revolución en este tema y son palpables los avances logrados en la instalación progresiva de los parques eólicos, parques fotovoltaicos, minihidroeléctricas, plantas generadoras a partir de la biomasa y otras fuentes renovables de energía. El esfuerzo que se realiza y los grandes recursos que se invierten en incrementar la capacidad de generación para garantizar el desarrollo sostenible del país tiene que ir acompañado necesariamente de una política del uso racional y eficiente del recurso energético en todas las instancias e instituciones de la producción y los servicios, así como de la educación en materia energética de todos los que hacen uso de este recurso. Las universidades juegan un rol importante en este sentido, sobre todo cuando aplican metodologías científicamente probadas como son los diagnósticos energéticos, y otras.

Numerosos son los trabajos que se encuentran en la literatura técnica sobre el desarrollo y aplicación de los diagnósticos energéticos. Se presentan ejemplos aplicados a instituciones educativas (Marimón V, Morell A, et al, 2014) donde se propone una guía para la realización de diagnósticos en las instituciones de la Educación Superior en Chile, otro trabajo de este mismo corte (Hernández H. et al, 2005) muestra los resultados obtenidos en un diagnóstico de nivel I, en un centro universitario mexicano. También aparecen ejemplos aplicados a edificios públicos como a un ayuntamiento en España (EDE, Biskaya, 2018) y a un banco (Rojas D, 2016) en Colombia. Son también frecuentes estos trabajos en los hoteles (Molina A. et al, 2017) y en empresas de servicio (Martínez R. 2018). Las industrias en su amplia diversidad, constituyen el centro principal de aplicación de los diagnósticos, ejemplo una planta de tratamiento de crudo (Gozá O. et al, 2017) y una fábrica de helados en Cuba (Sariago Y. et al, 2017). Dada la probada efectividad de las metodologías que se utilizan en los diagnósticos, se encuentran en la literatura guías dedicadas a la aplicación de los mismos a nivel de organismos municipales (Rosas R. 2014).

En todos los centros universitarios de nuestro país se trabaja por el mejoramiento de la eficiencia energética, sin embargo, en aquellos centros donde se estudian carreras del perfil eléctrico este esfuerzo es más intenso pues se facilita la realización de trabajos investigativos en los propios centros lo que, además de mejorar sus procesos de enseñanza-aprendizaje les permite la interacción y el asesoramiento a las empresas del

territorio en materia de eficiencia energética. En la universidad de Holguín se han ido realizando un conjunto de acciones con este fin, por ello el objetivo principal del presente trabajo es mostrar los resultados principales obtenidos en la gestión energética desde dentro de la universidad para contribuir con el uso más racional de este recurso, con el fortalecimiento de la educación energética en la comunidad universitaria y con el asesoramiento a las empresas del territorio tomando como referencia los resultados que se obtienen internamente en la propia casa de altos estudios.

II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Caracterización del objeto de estudio

A partir de las transformaciones que se realizan en el Ministerio de Educación Superior (2015), la sede central de la Universidad de Holguín quedó integrada por las sedes: “Oscar Lucero Moya” (OLM, otrora Universidad de Holguín), “José de la Luz y Caballero” (JLC, antiguo Pedagógico), “Celia Sánchez Manduley” (CSM, antigua escuela de Trabajadores Sociales de Holguín) y la sede “Manuel Piti Fajardo ” (MF, antigua escuela superior de deportes). La Universidad constituida en esta forma abarca 8 facultades en las cuales se estudia un gran número de carreras de perfiles ingenieriles, pedagógicos, humanísticos y otros. Para el suministro de la energía eléctrica a cada una de las sedes existen diferentes bancos de transformadores. La sede “Oscar Lucero Moya” (OLM), sede fundamental para la cual está enfocado el presente trabajo, consta de tres áreas principales: residencial, administrativa y docente. Cada una de estas áreas posee su propio punto de suministro de energía eléctrica. Para la residencia está instalado un banco de tres transformadores monofásicos 3 x 50 KVA, 240/120 V, por el secundario; para la administrativa existe un banco de 3 x 100 KVA, 240/120 V y para la docente el banco es de 2 x 65 KVA, 240/120 V (conexión delta abierta). El área Residencial abarca principalmente 5 edificios de residencia para becarios, un edificio para hotel de posgrado (residencia 1), cocina-comedor para estudiantes y trabajadores, y una estación de bombeo de agua.

2.2 Metodología aplicada

Aunque se aplicaron diferentes metodologías para el estudio de la situación energética del centro, la herramienta fundamental empleada fue el diagnóstico energético que implicó varias etapas: la planeación, la organización, la integración y propiamente el desarrollo. Se decidió aplicar un diagnóstico de nivel II por cuanto el mismo es el más efectivo para conocer los potenciales de ahorro de la instalación objeto de estudio ya que provee la información necesaria que permite identificar las áreas y equipos de mayores consumos hacia los cuales se deben dirigir las principales medidas. Sobre esta base se realizó un levantamiento de la potencia instalada en todos los locales de las diferentes sedes. Mediante el uso de analizadores de redes trifásicos digitales, portátiles conectados en los paneles principales y secundarios de cada área fueron registradas las tensiones, corrientes, potencias, y factor de potencia en diferentes etapas del período lectivo de la universidad. El monitoreo de la energía en cada punto de alimentación se realizó mediante las lecturas directas de los contadores de energía

digitales de funciones múltiples y mediante el uso de la base de datos que generan estos instrumentos. El estudio en general se llevó a cabo durante dos años, que recogen el comportamiento energético de la universidad, en el período previo a la aparición de la pandemia de la Covid-19. En este trabajo se muestra principalmente parte de los resultados obtenidos en el área de Residencia de la sede OLM y la propuesta de medidas para la introducción de estos resultados.

2.3 Equipos de medición utilizados.

Fueron utilizados tres analizadores de redes trifásicos digitales modelo UT – 233 (fabricación china).

Para el registro de las energías fueron utilizados los contadores trifásicos digitales de funciones múltiples, que se encuentran en los puntos de suministro, TIPO MICROSTAR, modelo P – 2000 T

III RESULTADOS

3.1 Comportamiento del consumo de energía a nivel de la Sede Central.

En la figura 1 se muestra el comportamiento del consumo de energía en la sede Central. Como puede apreciarse, durante los años 2017, 2018 y principios de 2019 se presenta una regularidad en el comportamiento de dicho consumo, presentándose los mayores valores durante los meses de mayo y junio para el primer semestre y el mes de octubre para el segundo semestre. A partir del mes de mayo de 2019, se produce un cambio notable respecto al comportamiento observado durante los dos años anteriores, como consecuencia de las afectaciones que se producen en el servicio eléctrico provocadas por las limitaciones energéticas que enfrenta el país durante ese período.

La distribución del consumo de energía en la Sede Central es como se muestra en la tabla 1, donde se puede apreciar que la sede “Oscar Lucero Moya” (OLM) es la más consumidora con un 51 % del consumo total, muy por encima del resto de las otras sedes.

3.2 Comportamiento del consumo de energía en la sede “Oscar Lucero Moya”.

De las tres áreas principales que componen la sede “Oscar Lucero Moya”, sobresale, en lo que se refiere a consumo de energía, el área de Residencia con un 56 %, según se muestra en la tabla 2.

Se evidenció que el mayor consumo de energía en esta área se produce durante el horario diurno (tarifa T2, según norma de Empresa Eléctrica), para cualquier día de la semana y el horario de la madrugada (tarifa T3) es el segundo horario de mayor consumo.

Los días de mayores consumos de energía en esta área son los martes, miércoles y jueves, presentándose el mayor valor los miércoles, cuando se alcanzan valores alrededor de 1,6 MWh como se refleja en la figura 2.

Se evidenció que, durante el horario pico (tarifa T1) nocturno (6 a 10 pm) la Residencia 4, la cocina-comedor y la Residencia 1 son las áreas de mayores consumos. Por otro lado, durante el horario diurno (6 am a 6 pm) sobresale el consumo de la Residencia 1, debido a que en la misma se elaboran alimentos para desayuno, almuerzo y comida, utilizando electrodomésticos de cocción. En este horario los consumos de las residencias son menores, por encontrarse la mayoría de los estudiantes en clases. Para el día más cargado de la semana (miércoles), el consumo de energía por área es como se muestra en la figura 3.

3.3 Comportamiento de la demanda de potencia activa y del factor de potencia.

La demanda de potencia activa en el área Residencial alcanza sus valores máximos durante el horario pico nocturno, alrededor de las 8 pm, donde se observan valores cercanos a los 120 kW.

El factor de potencia en el área Residencial se mantiene entre 0,9 y 0,92 en el horario comprendido entre las 6 pm y las 9 pm (de lunes a jueves), favorecida esta situación por el incremento de la carga de tipo resistivo. De viernes a domingo la carga resistiva disminuye considerablemente, y esto hace que durante esos tres días el factor de potencia quede por debajo de 0,90, lo que sumado a la prevalencia de un valor promedio de 0,83 durante las madrugadas, trae como resultado final al concluir cada mes, que se reciba una penalización de más del 3 % del valor total de la facturación de esta área.

3.4 Comportamiento de las corrientes

Los mayores valores de corrientes a la salida del banco de transformadores que alimenta al área Residencial, se observan durante el horario pico nocturno, como se muestra en la figura 5. Se aprecia un nivel de carga diferente en cada fase, durante este período, siendo la fase B la más cargada.

3.5 Propuesta de medidas para la introducción de los resultados

Atendiendo a los resultados del diagnóstico, con el fin de disminuir las pérdidas en los circuitos eléctricos internos del área de Residencia, garantizar el tiempo de vida útil del banco de transformadores, evitar la penalización por bajo factor de potencia y disminuir el consumo de energía en esta área sin afectar negativamente las actividades que en la misma se realizan se proponen las siguientes medidas:

1. Realizar una redistribución de la carga en el panel principal del área.
2. Elaborar un proyecto para la instalación de un banco de condensadores que mantenga, de forma automática, el factor de potencia por encima de 0,90.
3. Capacitación del personal de la residencia 1 y de la cocina comedor para el uso racional de los equipos electrodomésticos de cocción de alimentos.

4. Realizar un diagnóstico de nivel III en las áreas: residencia 1, cocina-comedor, residencia 4 y estación de bombeo de agua.
5. Utilizar estos resultados como material didáctico en las carreras de ingeniería eléctrica, licenciatura en educación eléctrica, mecánica (Electrotecnia) y otras, así como en la maestría de Eficiencia Energética.
6. Utilizar los resultados como referencias para el asesoramiento a las empresas del territorio en materia de eficiencia energética.

IV DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El consumo de energía eléctrica en la sede Central de la Universidad de Holguín, según se aprecia en la figura 1, presenta tres momentos durante el año en que se producen reducciones apreciables: el mes de abril, cuando transcurre la semana de receso escolar; los meses de julio y agosto, cuando transcurre el período vacacional y el mes de diciembre, cuando se produce el receso de fin de año. A pesar de las reducciones en estos tres momentos, los consumos de energía en esos meses son significativos y esto tiene su explicación en el trabajo continuo de los servidores y de sus equipos de climatización en los nodos centrales de las redes informáticas de la Universidad. También se suma a estos consumos la energía eléctrica necesaria para mantener el servicio a los estudiantes becarios extranjeros, durante estos períodos, bombeo de agua, cocción de alimentos, etc. Un tercer elemento a tener en cuenta es la iluminación nocturna de todas las sedes. Los consumos máximos que se presentan durante los meses de mayo y junio se explican a partir del incremento de la actividad en los laboratorios de computación debido a la proximidad de la culminación de estudios de los estudiantes que se encuentran en el último año de las diferentes carreras.

El cambio de comportamiento del consumo de energía que se produce en la sede Central a partir del mes de mayo de 2019, se debe a las dificultades energéticas que comenzó a presentar el país a partir de ese momento, lo que produjo afectaciones en el funcionamiento normal de la Universidad.

La sede “Oscar Lucero Moya” resalta como la mayor consumidora dentro de la sede Central debido a que en la misma se concentra la mayor parte de los estudiantes becarios y la mayor parte de la actividad docente, así como la mayor cantidad de trabajadores. Las residencias 1, 4 y la cocina-comedor resaltan en sus consumos principalmente por el uso de equipos electrodomésticos de cocción, lo que influye en el comportamiento favorable del factor de potencia durante gran parte del día, no siendo así durante la madrugada ni los fines de semana, cuando predomina un carácter más inductivo de la carga, lo que explica la penalización mensual que recibe la Universidad por el bajo factor de potencia en el banco de transformadores que alimenta al área Residencial.

La distribución desigual de carga entre las fases del banco de transformadores que alimenta al área Residencial provoca que durante el período de máxima demanda (horario pico) los transformadores se carguen indistintamente entre el 90 y el 96 %,

observándose con cierta frecuencia que, el transformador de la fase B experimenta sobrecargas hasta un 20 % de su capacidad nominal.

CONCLUSIONES

1. Quedó determinado que, en la Sede Central de la Universidad de Holguín, la sede de mayor consumo de energía eléctrica es la “Oscar Lucero Moya”, con el 51 % de la energía total que se consume durante el año.
2. En la sede “Oscar Lucero Moya” se destaca su área de Residencia como la de mayor consumo de energía con un 56 %, siendo los principales consumidores las residencias 1, 4 y la cocina-comedor.
3. Fueron detectadas sobrecargas frecuentes en uno de los transformadores del banco que suministra la energía al área de Residencia, así como un bajo factor de potencia que provoca una penalización mensual.
4. Las potencialidades de ahorro energético en el área de Residencia están en la redistribución de la carga en el panel principal de esta área, con lo cual se logrará una disminución de las pérdidas y evitar el acortamiento de la vida útil de uno de los transformadores; la proyección e instalación de un banco de condensadores para elevar el factor de potencia y la realización de un diagnóstico energético de nivel III, para los principales consumidores de energía que han sido identificados en el área.
5. Se obtuvo un material de alto valor didáctico para las enseñanzas de pregrado, posgrado y para el asesoramiento de las empresas del territorio en materia de eficiencia energética.

REFERENCIAS

- EDE Ingenieros. (2017) Diagnóstico energético Zamudio. Ente Basco de la Energía. Disponible en [https:// www.zamudio.eus](https://www.zamudio.eus).
- Gozá L.O, Rodríguez S.Y, Morón A.C. Alternativas de mejoras energéticas en la planta de tratamiento de crudos de Puerto Escondido. Ingeniería Energética, 2017, vol XXXVIII, n. 2, p. 115 – 123.
- Hernández L.J, León V.R, Ambrosio L.A. Diagnóstico energético y elaboración de propuestas para el uso eficiente de energía eléctrica para una institución educativa. Impulso, Revista de Electrónica, Eléctrica y Sistemas Computacionales. 2005. Disponible en <https://www.itsom.mx>.
- Marimón V, Morell F.A.(2014) Guía de apoyo al desarrollo de diagnósticos energéticos para instituciones de educación superior. Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Disponible en <https://www.pucv.ch>.

Martínez S.R.(2018) Elaboración de la base científico-técnica para un sistema de gestión energética en la empresa SEATEC S.A Ecuador, tesis, Universidad de Holguín..

Molina G.A., Borroto N.A, Monteagudo Y,J, Velarde Y.H, Santieteban T.C.(2017) Nuevos índices de consumo energético para hoteles tropicales. Ingeniería Energética, vol XXXVIII, n. 3, p. 198 – 207.

Rojas C.D.(2016) Diagnóstico energético y propuesta de mejoramiento de la eficiencia energética de un edificio existente. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Disponible en <https://www.bdigital.unal.edu.co>.

Rosas M.R.(2014) Guía para realizar diagnósticos energéticos y evaluar medidas de ahorro en equipos de bombeo de agua de organismos operadores de agua potable. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). Disponible en <https://energypedia>.

Sariego T.Y, García N.E, Pérez Y.S, Rodríguez L. (2017). Evaluación energética de una planta de helados. Ingeniería Energética, vol XXXVIII, n. 1, p. 42 – 53.

Anexos

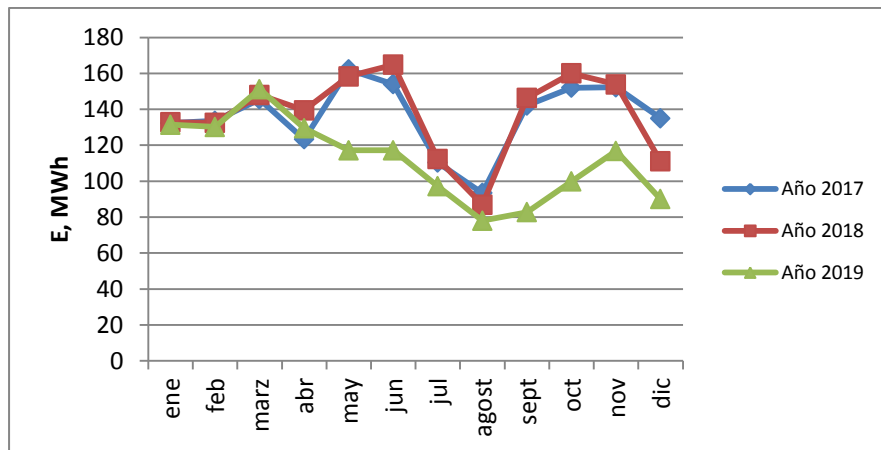


Figura 1. Comportamiento del consumo de energía en MWh en la Sede Central durante 2017 a 2019.

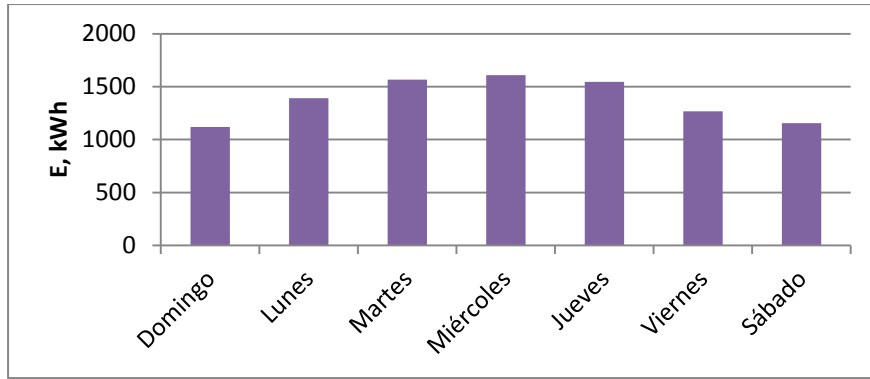


Figura 2. Comportamiento del consumo de energía eléctrica (kWh) total diario, en el área Residencial.

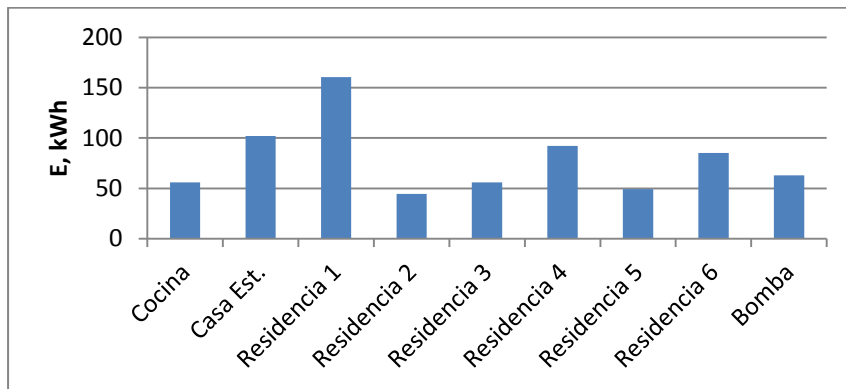


Figura 3. Distribución de la energía (kWh), los miércoles, en la zona Residencial.

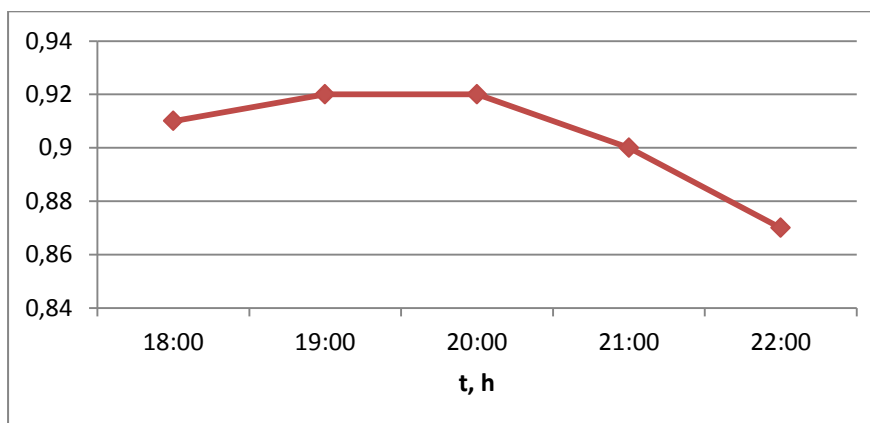


Figura 4. Comportamiento del factor de potencia durante el horario nocturno (lunes a jueves).

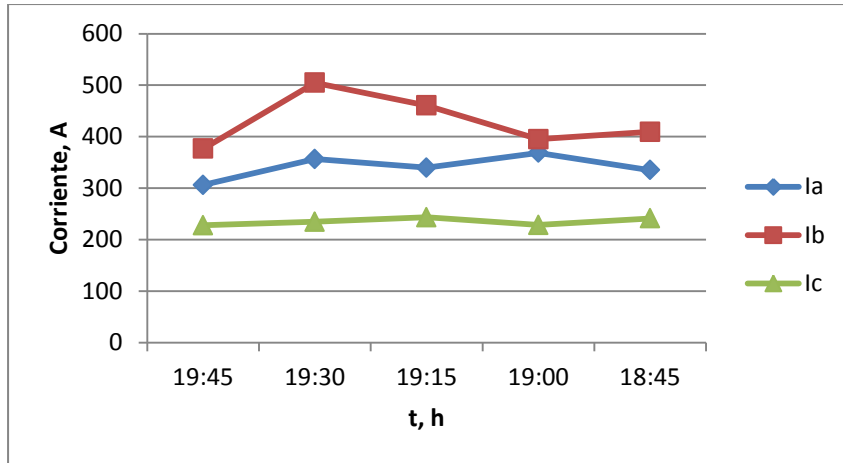


Figura 5. Comportamiento de las corrientes a la salida del banco de transformadores. Ia: corriente en la fase A; Ib: corriente en la fase B; Ic: corriente en la fase C.

Tabla 1.

Distribución del consumo de energía eléctrica anual por áreas de la Sede Central.

Sede	JLC	CSM	OLM	MF
Consumo de energía, %	21	22	51	6

Tabla 2.

Distribución del consumo de energía eléctrica anual por áreas en la sede OLM, 2018.

Área	Docente	C. Cálculo	Residencia
Consumo de energía, %	8	36	56

