

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN PARA UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA

Eduardo Almeida, Christian González

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”.

Vicerrectorado Barquisimeto

eduardojalmeidaa@hotmail.com; christian.e.gonzalez@gmail.com

RESUMEN. El Consejo Directivo de la Universidad Nacional Experimental Politécnica Vicerrectorado Barquisimeto (UNEXPO VRB), decidió mejorar las condiciones de la red de distribución de energía eléctrica de media tensión del recinto universitario. Así que se comenzó a realizar una propuesta de un sistema de distribución de energía eléctrica en media tensión para la universidad que satisfaga todos los requisitos pautados en el Plan Maestro que contempla todas las modificaciones y crecimiento de la UNEXPO VRB, además este sistema de distribución cumplirá con todos los criterios de diseño de la empresa CORPOELEC – LARA. La propuesta se comenzó con el estudio del sistema de distribución de energía eléctrica actual, se realizó una estimación teórica de la carga eléctrica conectada, se procedió con una inspección minuciosa de los elementos que conforman los circuitos de distribución, con lo establecido en el Plan Maestro se pronosticó la carga de las edificaciones futuras, se trazó un circuito de distribución subterráneo con un esquema de conexión en anillo y finalmente se ubicaron los tableros tipo centro de distribución de potencia para abastecer de energía a todos las áreas de consumo.

Palabras Claves: Sistema de distribución de energía eléctrica / Carga eléctrica conectada.

PROPOSAL FOR A SYSTEM ELECTRICAL POWER DISTRIBUTION IN MEDIUM VOLTAGE FOR AN EDUCATIONAL INSTITUTION

ABSTRACT. The board of the National Experimental Polytechnic University Vice President Barquisimeto (UNEXPO VRB), decided to improve the distribution network of medium voltage power campus. So they began to make a proposal for a system electrical power distribution in medium voltage for an educational institution college ruled meets all requirements in the Master Plan that includes all the changes and growth of the UNEXPO VRB also fulfill this distribution system with all design criteria CORPOELEC company – LARA. The proposal began with the study of the distribution system of electrical energy today, we made a theoretical estimate of the connected electrical load, we proceeded with a thorough inspection of the elements that make distribution channels with the provisions of the Master Plan forecast the burden of future buildings, the line underground distribution circuit connection with a ring pattern and then type boards were located distribution center to supply power to all areas of consumption.

Keywords: Distribution system of electrical energy / connected electrical load

1. INTRODUCCIÓN

Las redes de distribución de energía eléctrica hoy en día necesitan una mejora en sus condiciones de operación que a su vez permitan disminuir los índices de pérdidas y en consecuencia obtener un ahorro energético que beneficie a toda la colectividad, esto se logra optimizando el uso tanto los circuitos de distribución como realizando mantenimiento a todos los elementos que conforman la red.

2. DESARROLLO

Las redes de distribución de energía eléctrica de la UNEXPO Vicerrectorado Barquisimeto en media tensión se caracterizan hoy en día por longevidad de los conductores al poseer más de treinta años de servicio [1]. En este trabajo se busca en vísperas del crecimiento y modificación de la infraestructura de la UNEXPO Vicerrectorado Barquisimeto pautados en el PLAN MAESTRO responder a la planificación óptima de una red de distribución de energía eléctrica, la cual consiste en abastecer un conjunto de cargas, identificadas por su demanda y por su ubicación espacial, para lo cual se debe determinar el trazado de la red y el tipo de conductores a utilizar, la ubicación y tipo de transformadores, a fin de minimizar los costos de inversión para un horizonte de tiempo determinado.

La distribución de energía eléctrica es el conjunto de instalaciones encargadas de entregar esta energía desde una subestación de potencia hasta los usuarios con los niveles de tensión normalizados y en las condiciones de seguridad exigidas por los reglamentos; en la Tabla 1 se muestran los niveles de tensión normalizados en media tensión por CORPOELEC-LARA. El proceso de distribución involucra varios conceptos que son importantes mencionar, entre los cuales se encuentran los de la Tabla 1.

TABLA 1: Tensiones Normalizadas para Media Tensión

TENSIÓN (kV)	USO
2.4/4.16	Muy limitado
13.8	Frecuente
13.8/23.9	Frecuente

- **Red de Distribución:** Conjunto de circuitos eléctricos conectados entre sí y eventualmente interconectados con otras redes eléctricas.
- **Circuitos eléctricos de distribución:** Conjunto de soportes, conductores, transformadores, aisladores y accesorios utilizados para la distribución de la energía eléctrica.
-

Los circuitos (o partes de un circuito) de distribución se pueden clasificar en:

1. Según su construcción

- Aéreos y Subterráneos

2. Según el nivel de tensión

- Primarios y Secundarios

3. Según el esquema de conexión (Ver figura 1)

- Radial, Anillo y Network (o mallado)

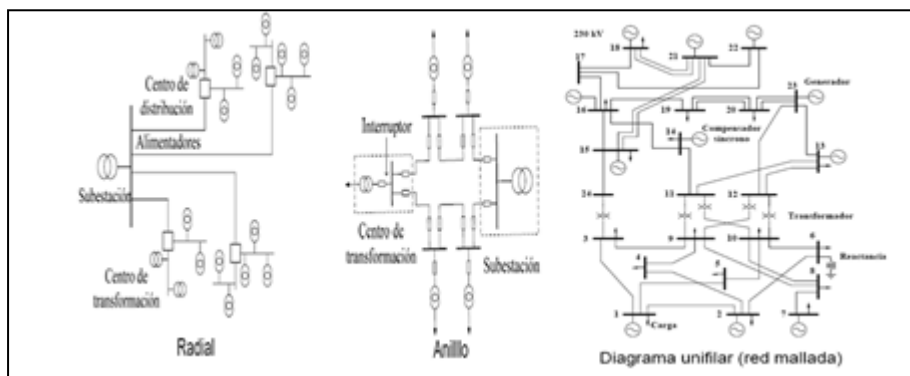


FIGURA 1. Circuitos Eléctricos de Distribución según el esquema de Conexión

Los circuitos de distribución para ENELBAR [2], se clasifican según su construcción en aéreos y subterráneos, y va hacer este criterio quien va definir los elementos constitutivos de tal circuito, así que los componentes de un circuito de distribución son:

- Conductores
- Postes
- Aisladores
- Pararrayos
- Seccionadores y elementos de protección.
- Sistema de Alumbrado Público
- Acometida
- Transformadores y Accesorios.

4. Según la carga transportada

- Troncal
- Ramal (Lateral)
- Residencial, comercial, industrial

Como se puede observar en la figura 2 el circuito troncal maneja un mayor nivel de corriente que un circuito ramal, es por ello que este debe tener un conductor de mayor diámetro.

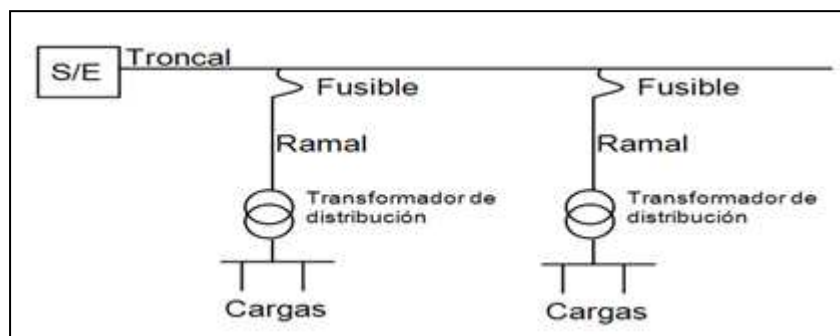


FIGURA 2. Circuitos Eléctricos de Distribución según la Carga Transportada

3. METODOLOGÍA

La investigación se ubica en la modalidad de proyecto factible, ya que este es el que permite la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible, cuyo propósito es satisfacer una necesidad o solucionar un problema. Los proyectos factibles se deben elaborar respondiendo a una necesidad específica, ofreciendo soluciones de manera metodológica. Para este caso se presentó la oportunidad de realizar una propuesta de un sistema de distribución de energía eléctrica en media tensión para la UNEXPO VRB. El diseño de la investigación se llevara a cabo siguiendo la siguiente estructura metodológica:

1. Recopilar información acerca del sistema eléctrico de media tensión de la UNEXPO Vicerrectorado Barquisimeto.

Los métodos que se utilizaran para la descripción del sistema de media tensión se muestran a continuación:

- Consultas Bibliográficas, consultas personales, observación directa, actualización y digitalización de cualquier información que se encuentre y amerite estos dos últimos procedimientos.

2. Determinar la carga actual

En el recinto universitario el consumo de energía eléctrica ha aumentado, como era de esperarse, ya que se han conectado nuevos equipos y sistemas a la instalación eléctrica existente. La determinación del punto o de la zona de mayor carga también es muy importante para las autoridades de mantenimiento y de planta física antes de emitir cualquier permiso para algún tipo de modificaciones en las instalaciones eléctricas de esa zona. Asimismo, se necesitará conocer un estimado teórico de la carga actual para evaluar el sistema.

3. Recopilar información del estado de los componentes de la red de distribución de distribución actual

En este sentido se pretende buscar información sobre el estado de los elementos que conforman los circuitos de distribución de la red de media tensión de la UNEXPO Vicerrectorado Barquisimeto, buscando con esto poder realizar una evaluación de cómo están funcionando estos elementos y en qué condiciones está su ambiente de trabajo.

4. Pronosticar la carga futura

Para nuestro caso se realizara la estimación en base a valores típicos de densidades de cargas (VA/m^2), estimados por el Código Eléctrico Nacional (CEN) [3] en la tabla 220-3(b), ya que no se dispone de información concreta sobre la carga eléctrica que será alimentada, en vísperas del crecimiento y modificación de la infraestructura de la UNEXPO Vicerrectorado Barquisimeto pautados en el PLAN MAESTRO

5. Ubicar las sub - estaciones principales

Según Ramírez [4], las subestaciones se deben ubicar en sitios estratégicos lo más cerca posible de la carga, además deben tener excelentes vías de acceso, en caso de un mantenimiento de un transformador por ejemplo no debe haber ningún problema en realizar los trabajos en caso de ameritar una sustitución. Por otra parte la canalización para la comunicación entre estas (en caso de ser subterráneas) de ser posible deben ser realizadas en sitios al aire libre, para evitar que estén sobre cualquier estructura.

6. Dimensionamiento y ubicación de los tableros de distribución.

Aquí se utilizaran tableros tipo de centro de distribución de potencia, o más conocidos como CDP, ya que este tipo de tableros es ideal para ser usados para protección y corte

de circuitos alimentadores ramales de fuerza y distribución. Este tipo de tablero es utilizado mayormente para la distribución principal desde la subestación a los diferentes centros de carga y/o sub-alimentadores en la mayoría de los casos, opcionalmente, poseen una sección supervisora y de protección, conteniendo instrumentos de medición. Estos serán con un montaje autosoportado, tipo caja, basado en la protección según norma NEMA para uso en intemperie.

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

1. Sistema Eléctrico en Media Tensión de la UNEXPO Vicerrectorado Barquisimeto

La UNEXPO VRB, posee un sistema de distribución de energía eléctrica dividido en dos niveles de tensión; un circuito de distribución en 4.16 kV y otro circuito de distribución en 24 kV, a continuación en la tabla 2 y 3, respectivamente, explicaremos en detalle cada uno.

TABLA 2. Puntos de Transformación Circuito de Distribución de 4.16 kV

Subestación	Capacidad (kVA)	Tensión (V)	Conexión	Ubicación
Principal	1500	24000/4160	Delta-Estrella	Entrada Principal
Nº 1	300	4160/416-240	Delta-Estrella	Departamento de Ingeniería Mecánica
Nº 2	3x75	4160/208-120	Delta-Estrella	Departamento de Ingeniería Electrónica
Nº 3	3x50	4160/208-120	Delta-Estrella	Departamento de Ingeniería Metalúrgica
Nº 4	300	4160/416-240	Delta-Estrella	Troquelaría y Soldadura
Nº 5	3x167.5	4160/416-240	Delta-Estrella	Estudios Básicos

TABLA 3. Puntos de Transformación Circuito de Distribución de 24 kV

Punto de Transformación	Capacidad (kVA)
S/E Biblioteca	3x167.5
S/E Salón de Estudio	3x37.5
S/E Post-Grado	3x50
S/E Cultura	3x100
S/E Edificio Ing. Industrial	3x100
S/E Comedor	3x75
Alta Tensión	1x75
S/E Antigua Casa del Profesor	3x300

2. Estudio de Cargas

Al realizar el estudio de cargas por área en la UNEXPO VRB, se obtuvo una carga total conectada teórica de 1.410 MVA los resultados obtenidos se graficaron por área estudiada y dichas gráficas se muestran en la figura 3 en las que se puede notar que los departamentos que pudieran llegar a consumir más energía serían los departamento de ingeniería electrónica, mecánica, eléctrica y metalúrgica; sin embargo recordemos que el factor de uso (o de utilización) es muy bajo; caso contrario es la carga del edificio central donde se llevan a cabo la gran parte de las actividades administrativas de la universidad.



FIGURA 3. Gráficas del Estudio de Carga por Área en la UNEXPO VRB

3. Recopilar información del estado de los componentes de la red de distribución actual.

Una vez cumplidos con los requisitos exigidos por el departamento de mantenimiento de la UNEXPO VRB se procedió a realizar la inspección visual de los componentes de la red de distribución y simultáneamente evaluar las condiciones físicas en que se encuentran los ambientes donde se ubican estos componentes. En la inspección realizada se observó:

- La existencia de materiales eléctricos y otros tipos de desechos dentro de las subestaciones, incumpliendo con lo expuesto en el artículo 450-48 del CEN [3].
- La existencia de filtraciones en el techo de las casetas de transformación incumpliendo con lo expuesto en el artículo 450-42 del CEN [3].
- El deterioro de descargadores de sobretensión, dejando así expuesto el banco de transformación a cualquier falla producto de sobretensiones en el sistema.
- La existencia de botes de aceite aislante en la cuba de los transformadores, indicando el mal estado en que se encuentran sus sellos mecánicos y a su vez aumentado el riesgo de fallas de estos.
- La existencia de puentes con conductor de cobre a falta de láminas fusibles en los corta corrientes, dejando así expuesto a los transformadores transformación a cualquier falla producto de sobrecorriente en el sistema y de igual manera eliminando la coordinación de los elementos de protección existentes.

Todas estas observaciones se pueden constatar en la figura 4 a continuación:



FIGURA 4. Inspección Visual de los Componentes

4. Pronosticar la carga futura

Se pronosticó la carga por área de las edificaciones contempladas en el plan maestro basado en lo expuesto en el CEN [3], como ya se comentó anteriormente. Los que nos lleva a considerar una demanda de 4.1 MVA, esta será la potencia teórica requerida por las edificaciones contempladas en el plan maestro, edificaciones cuya arquitectura se muestra a continuación en la figura 5.



FIGURA 5. Plan Maestro

5. Ubicar las Subestaciones

Con la ayuda de la herramienta computacional Autocad® se ubicaron las subestaciones principales, sobre los planos digitales que contienen toda la arquitectura del Plan maestro estos fueron facilitados por el departamento de planta física de la universidad. Este sistema se muestra en la figura 6 y contiene las siguientes características

- 11 transformadores tipo pedestal
- 32 tanquillas
- 8 tanques octogonales
- 3 elementos de maniobra
- 2 tanquillas regletas
- 3 equipos de medición
- 2135 m distancia del recorrido del anillo



FIGURA 6. Interconexión en anillo

6. Dimensionamiento y Ubicación de Los Tableros de Distribución

Una vez estructurado el circuito de distribución se procedió a ubicar los tableros tipo centro de distribución de potencia como se indica en la figura 7, con los tableros actuales se realizó su ubicación en el plan maestro y se realizó su alimentación principal manteniendo sus mismas características actuales. El dimensionamiento de los doce CDP se muestra a continuación en la tabla 4.

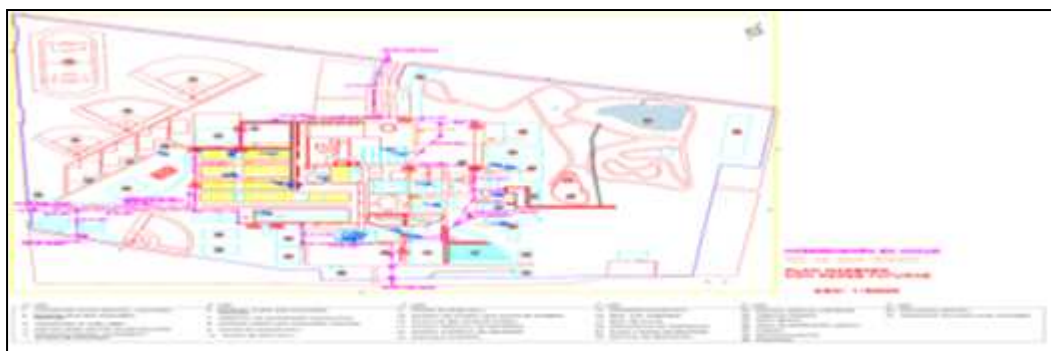


FIGURA 7. Ubicación de los Centros de Distribución de Potencia (CDP)

TABLA 4. Dimensionamiento de los CDP

	CDP1	CDP2	CDP3	CDP4	CDP5	CDP6	CDP7	CDP8	CDP9	CDP10	CDP11	CDP12
Barras Principales Aisladas de cobre electrolítico(A)	2000	2000	2000	2000	3000	3000	2000	1000	3000	1000	3000	2000
Voltaje de Trabajo (V)	208/120	208/120	208/120	208/120	208/120	208/120	208/120	208/120	208/120	208/120	208/120	208/120
Frecuencia (Hz)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Voltaje de Aislamiento (V)	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Servicio	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos	03 Fases 05 Hilos
Número de Circuitos	6	12	6	6	16	16	6	6	16	6	16	12
Número de Circuitos de reserva	1	2	2	3	3	3	1	2	15	4	6	11

5. CONCLUSIONES

De manera general podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El sistema de distribución de energía eléctrica actual tiene una configuración según el esquema de conexión radial.
- El área con mayor carga instalada es el edificio central.
- La incorporación de nuevas tecnologías será un pilar fundamental para mejorar la calidad y eficiencia del servicio eléctrico del recinto universitario.
- Es necesario aplicar la técnica de mantenimiento basado en la condición a todos los elementos de la red de distribución de media tensión de la UNEXPO VRB.
- Este trabajo ha sido realizado con todo el esfuerzo y dedicación por parte de los autores a quien les deja la satisfacción de haber contribuido con la mejora de la calidad de la energía en la UNEXPO VRB.

REFERENCIAS

- [1] Lucena J y Marín D. *Estudio de carga del instituto universitario politécnico*. Trabajo de Ascenso. Barquisimeto, Venezuela, 1989. 60 p.
- [2] ENELBAR. *Normas para el diseño de líneas aéreas de distribución y sub-transmisión*. Barquisimeto, Venezuela. Unidad de normalización ENELBAR. 1990. Pp. 1-40.
- [3] COVENIN. *Código eléctrico nacional*. 6ta edición. Caracas, Venezuela. Codelectra. 1999. Pp. 281-458.
- [4] Ramírez, C. *Subestaciones de alta y extra alta tensión*. Bogotá, Colombia. Interconexión eléctrica S.A. 1984. Pp. 37-87