

Universidad Técnica Nacional

Facultad Regional Paraná

Tecnicatura Universitaria en Operación y Mantenimiento de Redes Eléctricas

CAMBIO DE TECNOLOGIA EN INTERRUPTORES DE 33KV EN SET STROBEL.



AUTOR: Dopazo, José
josedopazo@alu.frp.utn.edu.ar

EMPRESA: ENERSA
Buenos Aires 87 Paraná - Entre Ríos, E3100BQA

TUTOR: Villanueva, Javier Humberto
Jefe de Mantenimiento de Estaciones Transformadoras

LUGAR DE TRABAJO: ENERSA
Av. Don Bosco 1751, E3100 Paraná, Entre Ríos

FECHA: 10-10-2.022 / 30-11-2.022

INDICE

RESUMEN.....	ii
RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS	iii
INTRODUCCIÓN	1
INFORMACION SOBRE LA EMPRESA.....	2
PLANTEO DEL PROBLEMA.....	5
ANTECEDENTES.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
ALCANCE Y LIMITACIONES.....	8
OBJETIVOS	9
OBJETIVO GENERAL	9
OBJETIVOS ESPECIFICOS	9
MARCO TEORICO	10
MATERIALES Y METODOS.....	19
RECURSOS.....	19
RESULTADOS.....	20
DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	21
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	22
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXOS.....	23
TABLA DE ILUSTRACIONES.....	23

RESUMEN

En las Estaciones Transformadoras hay instalados Interruptores en aceite (EMA C30C) que en la actualidad presentan una diversidad de problemas:

- Riesgo de contaminación ambiental.
- Dificultad de disponibilidad de repuestos.
- Mayor requerimiento de controles.
- Mayor periodicidad de mantenimientos.
- El Plan de Mantenimiento difiere de instalaciones similares.

Luego de mencionar estos problemas y de acuerdo con el avance tecnológico que se está implementando en Estaciones Transformadoras, reemplazando equipamientos obsoletos por equipamientos modernos, de mayores prestaciones, de mayor disponibilidad de repuestos en el mercado, y de mayor confiabilidad, es que veo la oportunidad de plantear el reemplazo de los Interruptores EMA C30C por Reconectores Cooper o similar en las Estaciones Transformadoras que así lo ameriten, como es el caso de la Sub-Estación Transformadora Strobel.

El objetivo de esta propuesta de reemplazo es lograr la modernización de la Sub-Estación Transformadora. Como consecuencia de esto, se optimizará el Plan de Mantenimiento, producto de la estandarización de equipamientos, bajarán los costos de materiales para reparación, disminuirá el riesgo de contaminación ambiental, tenderá a mejorar la calidad del servicio y mejorará la calidad de información para análisis de comportamiento de la red y se reducirán los tiempos de indisponibilidad de instalaciones.

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, el Ing. Guillermo Alejandro Itharte, por su guía, apoyo y orientación durante todo el proceso de investigación y redacción de este informe. Su compromiso con la excelencia académica ha sido un ejemplo para mí.

Asimismo, agradezco a la Universidad Técnica Nacional (UTN – Facultad Regional Paraná) por haberme dado la oportunidad de culminar esta carrera en esta casa de estudios.

No quiero olvidarme del personal de la UTN que me ha acompañado en el periodo de cursado, Sánchez Pamela, Profesores y Compañeros con los que he compartido el desarrollo de la carrera que me han ayudado de una u otra forma a seguir adelante con la misma.

Gracias a ENERSA por haberme patrocinado en la carrera y también por permitirme desarrollar la Práctica Supervisada en sus instalaciones, de la cual se desprende este informe.

También quiero agradecer al sector de Mantenimiento de Estaciones Transformadoras, en especial a mis instructores, Javier Humberto Villanueva y Diego Esteban Bustamante, por su generosa colaboración y predisposición para llevar adelante la Práctica Supervisada y la realización de este informe. Su experiencia y conocimientos han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Finalmente, quiero agradecer a mi familia y amigos por su amor y apoyo incondicional, lo que ha permitido llevar adelante y completar exitosamente esta carrera.

INTRODUCCIÓN

ENERSA tiene como misión principal satisfacer al usuario brindando un servicio de calidad, el cual se encuentra regulado bajo las normas establecidas en el Contrato de Concesión. (EPRE, 2012).

A partir de esta premisa y considerando que Las Estaciones Transformadoras y las Sub-Estaciones Transformadoras (en adelante, ET y SET) instaladas en la red de ENERSA, son parte muy importante en el vínculo que une a la empresa con el usuario, por ello se debe considerar como necesaria y prioritaria su modernización.

Hoy en día, nos encontramos con diferentes tipos constructivos de EETT y SSEETT, con equipamientos que han ido evolucionado a lo largo del tiempo, acorde a los avances tecnológicos del momento y que han brindado nuevas y mejores herramientas que impactaron en la mejora de la calidad del servicio que presta la empresa.

En este informe, trataré la actualización tecnológica de equipamientos en la SET Strobel, más precisamente el cambio de Interruptores EMA C30C, instalados en los campos de LMT (Línea de Media Tensión) a SET Stella Maris y hacia ET Crespo, por Reconectores Cooper u otro similar.

Este cambio y avance tecnológico impactará positivamente tanto en la empresa como en los usuarios, debido a su mayor y mejor funcionalidad brindando mejor calidad de servicio y mayor seguridad en las instalaciones. Por tanto, las dos partes podrán obtener mayores ventajas frente a las que brindan los equipos actuales.

INFORMACION SOBRE LA EMPRESA

ENERSA (Energía de Entre Ríos, Sociedad Anónima) nace el 3 de mayo de 2005 mediante disposición del Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, quien le otorga la concesión para la prestación del Servicio Público de Distribución y Comercialización de Energía Eléctrica en el área de cobertura correspondiente.

ENERSA es una empresa líder en el mercado eléctrico argentino que distribuye y comercializa electricidad a más de 400.000 usuarios en su área de concesión, concentrando el 71% del mercado de distribución de energía de toda la provincia. El restante 29% se encuentra atendido por 18 cooperativas eléctricas a las que a su vez ENERSA también brinda servicio.

De este modo, **ENERSA** tiene a su cargo el transporte y distribución de energía eléctrica en un área de 56.300 km² en todo el territorio de la Provincia de Entre Ríos, operando y administrando este servicio público esencial bajo estándares internacionales, de manera eficiente y confiable, respetando las disposiciones legales nacionales, provinciales y municipales vigentes y sobre todo brindando a sus usuarios un servicio seguro, de calidad y con tarifas altamente competitivas.



Ilustración 1- ENERSA



Ilustración 2- SET Strobel



Ilustración 3 – Playa de 33kV SET Strobel



Ilustración 4 – Playa de 33kV, Campos de Transformadores SET Strobel

PLANTEO DEL PROBLEMA

Durante la Práctica Supervisada realizada en las instalaciones de ENERSA, visité varias ET y SET. A partir de esa experiencia y analizadas las condiciones de éstas, surge como inquietud/desafío realizar el proyecto de cambio de Interruptores de 33 kV en SET Strobel. Dichos Interruptores se encuentran instalados en los campos de líneas que vinculan SET Strobel con ET Crespo y con SET Stella Maris.

Teniendo como premisa mantener actualizadas tecnológicamente los equipos instalados en las ET y SET, se dispara la necesidad del cambio mencionado anteriormente y que consiste en reemplazar los Interruptores EMA C30C actualmente instalados por Reconectores Cooper (u otro similar).

ANTECEDENTES

En la actualidad, los equipos instalados cumplen de manera correcta las funciones para las cuales están destinados, siendo necesario el recambio de estos equipos para poder brindar un mejor servicio y lograr mayor confiabilidad en el sistema eléctrico.

Los Interruptores en aceite (EMA C30C), luego de una actuación provocada por falla u operación sufren la degradación de este, perdiendo su rigidez dieléctrica y deterioro en sus contactos. Esto se traduce en la reducción de la capacidad de ruptura del Interruptor.

Por lo tanto, el mantenimiento periódico del Interruptor en aceite es esencial para verificar y reemplazar el aceite y realizar el mantenimiento de los contactos y el resto en las piezas móviles cuando correspondiere.

JUSTIFICACIÓN

El Interruptor anteriormente mencionado “EMA C30C” es antiguo, de tecnología obsoleta, y presenta dificultad al momento de conseguir repuestos. A la par de esto, la necesidad de realizar mantenimientos predictivos y preventivos es mayor.

Considerando que ENERSA tiene como valor el cuidado del medio ambiente y como los Interruptores EMA C30C usan aceite como elemento de extinción de arco eléctrico, tanto en operación como ante fallas en la red, y siendo ese elemento un posible causante de contaminación ambiental, aplica como necesidad el renovar y desafectar este tipo de equipamientos.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Sectores alcanzados: Programación de Mantenimiento, Mantenimiento de Estaciones Transformadoras Zona Oeste, Protecciones Zona Oeste, Operaciones de Transmisión, y Distribución.

Limitaciones: El informe refiere solamente a los campos de línea de 33kV que vinculan la SET Strobel con ET Crespo y SET Stella Maris.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del informe es, evaluar la viabilidad del reemplazo de los Interruptores EMA C30C por Reconectores Cooper Form 6.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Modernizar equipamientos en la SET Strobel.
- Justificar el reemplazo de los Interruptores.
- Desarrollar el plan de trabajo para el reemplazo de los Interruptores.

MARCO TEORICO

Interruptores EMA C30C

El Interruptor EMA C30C es antiguo y de tecnología obsoleta, con necesidad de realización de mantenimientos periódicos acotados en el tiempo (anualmente se realizan varias visitas).

Este tipo de Interruptor utiliza el aceite como dieléctrico o medio aislante para la extinción del arco. En él, los contactos están hechos para separarse dentro del aceite aislante. Cuando ocurre una falla en la red, los contactos del Interruptor se abren debajo del aceite aislante, desarrollándose un arco entre ellos, el calor del arco se evapora en el aceite circundante.



Ilustración 5 - Interruptor EMA C30C



Ilustración 6 - Interruptor EMA C30C 2

- **Ventajas:**
 - Es un equipo fiable.
 - Cumple con su función.
- **Desventajas:**
 - Riesgo de contaminación ambiental.
 - Dificultad en la obtención de repuestos.
 - Mayor necesidad de mantenimiento.
 - Mayores costes de mantenimiento a largo plazo.

Reconectores Cooper Form 6

El Reconector Cooper Form 6 en vacío es un dispositivo de interrupción de circuito que se utiliza en sistemas de distribución de energía eléctrica. Está diseñado para interrumpir corrientes de cortocircuito de hasta 200 kA.

El funcionamiento del Reconector Cooper Form 6 es el siguiente:

1. Cuando se produce un cortocircuito, el mecanismo de disparo del Reconector abre los contactos.
2. Los contactos se separan y el arco eléctrico se inicia.
3. El arco eléctrico se extingue en el entorno de vacío dentro de la botella de vacío.

La interrupción del arco eléctrico en vacío es más rápida y eficiente que la interrupción del arco eléctrico en aceite. Esto se debe a que el vacío no conduce la electricidad, lo que permite que el arco se extinga más rápidamente.

Es un dispositivo que se puede instalar en un poste o en una subestación. Está equipado con un mecanismo de apertura y cierre automático que permite la reposición automática después de una falla fugaz.



Ilustración 7 - Reconector Cooper Form 6

Éste Reconectador tiene una serie de características que lo hacen ideal para su uso en sistemas de distribución de energía:

- **Mayor velocidad de interrupción:** el Reconectador Cooper Form 6 puede interrumpir corrientes de cortocircuito de hasta 200 kA en menos de 10 ms.
- **Mayor confiabilidad:** el Reconectador Cooper Form 6 está diseñado para soportar condiciones ambientales adversas, como humedad, polvo y suciedad.
- **Reconexión automática:** está equipado con un mecanismo de apertura y cierre automático que permite que se restablezca el servicio después de una falla fugaz. Esto ayuda a restaurar rápidamente el servicio eléctrico.
- **Flexibilidad:** es un dispositivo modular que se puede instalar en un poste o en una subestación. Esto lo hace flexible para su uso en una variedad de aplicaciones.
- **Fiabilidad:** está fabricado con materiales de alta calidad y está diseñado para proporcionar años de servicio confiable.
- **Seguridad:** cumple con los estándares de seguridad internacionales. Esto garantiza una protección adecuada para los circuitos eléctricos y las personas.

- **Ventajas:**
 - Mejora la adquisición de información.
 - Mayor capacidad de corriente.
 - Mejor fiabilidad.
 - Menores costes de mantenimiento a largo plazo.
- **Desventajas:**
 - Costo inicial de la instalación.

En general, los Reconectores Cooper Form 6 ofrecen una serie de ventajas sobre los Interruptores EMA C30C, incluyendo una mayor capacidad de corriente, una mejor fiabilidad y unos costes de mantenimiento más bajos a largo plazo.

La decisión de reemplazar los Interruptores EMA C30C por Reconectores Cooper Form 6 debe tomarse teniendo en cuenta los factores específicos de la aplicación. Si la aplicación requiere una mayor capacidad de corriente, una mejor fiabilidad o unos costes de mantenimiento más bajos a largo plazo, entonces el reemplazo es una opción viable. Sin embargo, si el coste inicial es un factor importante, o si la aplicación no requiere una capacidad de corriente o fiabilidad muy elevadas, entonces el reemplazo puede no ser necesario.

Con este informe pretendo demostrar que el reemplazo ofrece ventajas significativas para la aplicación.



Ilustración 8 - Reconector Cooper Form 6 2

A fin de no realizar interrupciones en el servicio, el plan de trabajo para el desmontaje de Interruptores y montaje de Reconectores se ejecutará de a un campo por vez y debe incluir los siguientes pasos:

Preparación

- Elaborar un plan de trabajo detallado que incluya todos los pasos necesarios para el desmontaje y montaje.
- Obtener todos los materiales y herramientas necesarios.
- Notificar a los usuarios afectados del desmontaje y montaje del interruptor.
- Limpiar y adecuar la zona de trabajo para facilitar el acceso de equipos pesados (grúas).
- Despejar la zona de trabajo realizando las maniobras correspondientes (quitando tensión en las zonas en las que se va a trabajar) dando cumplimiento a “las 5 reglas de oro”.

Desmontaje del interruptor

- Desvincular de la red eléctrica al interruptor (desmontaje de conductores de acometidas al Interruptor).
- Desmontaje de TV (Transformadores de Tensión) y demás instalaciones utilizadas para su funcionamiento.
- Desvincular los elementos de sujeción del Interruptor a su base soporte.
- Retiro del Interruptor.

Montaje del Reconector

- Adecuar la base existente para montaje del Reconector.
- Montaje y sujeción del Reconector a la base.
- Vincular el Reconector a los seccionadores, utilizando el conductor de la sección adecuada.
- Realizar el cableado (comandos, señalización, y mediciones) adecuados al telecontrol.

- Realizar pruebas para comprobar el funcionamiento correcto del Reconectador.
- Puesta en servicio del campo de MT (Media Tensión) donde se trabajó.

El Plan de Trabajo debe ser detallado y preciso siguiendo las instrucciones del fabricante, y debe incluir todas las precauciones de seguridad necesarias. El plan debe ser revisado por un profesional calificado antes de su implementación.

El nuevo Plan de Mantenimiento de los Reconectores Cooper Form 6 debe ser menos frecuente que el antiguo plan de mantenimiento de los Interruptores EMA C30C. Esto se debe a que los Reconectores Cooper Form 6 están diseñados para ser más fiables y requieren menos mantenimiento.

En general, el nuevo Plan de Mantenimiento de los Reconectores Cooper Form 6 debe incluir las siguientes actividades:

- **Inspección visual:** Se debe realizar una inspección visual del Reconectador cada 6 meses para comprobar si hay signos de desgaste o daños.
- **Limpieza:** Se debe limpiar el Reconectador cada 12 meses para eliminar la suciedad y el polvo.
- **Pruebas eléctricas:** Se deben realizar pruebas eléctricas del Reconectador cada 24 meses para comprobar su funcionamiento correcto.

Si se detectan problemas durante la inspección visual o las pruebas eléctricas, se deben realizar las reparaciones o reemplazos necesarios.

En comparación con el antiguo plan de mantenimiento de los Interruptores EMA C30C, el nuevo plan de mantenimiento de los Reconectores Cooper Form 6 es menos frecuente y requiere menos tiempo y recursos. Esto ayuda a reducir los costes de mantenimiento a largo plazo.

Gráfico de comparación entre el plan de mantenimiento de los Interruptores EMA C30C con el plan de mantenimiento de los Reconectores Cooper Form 6:

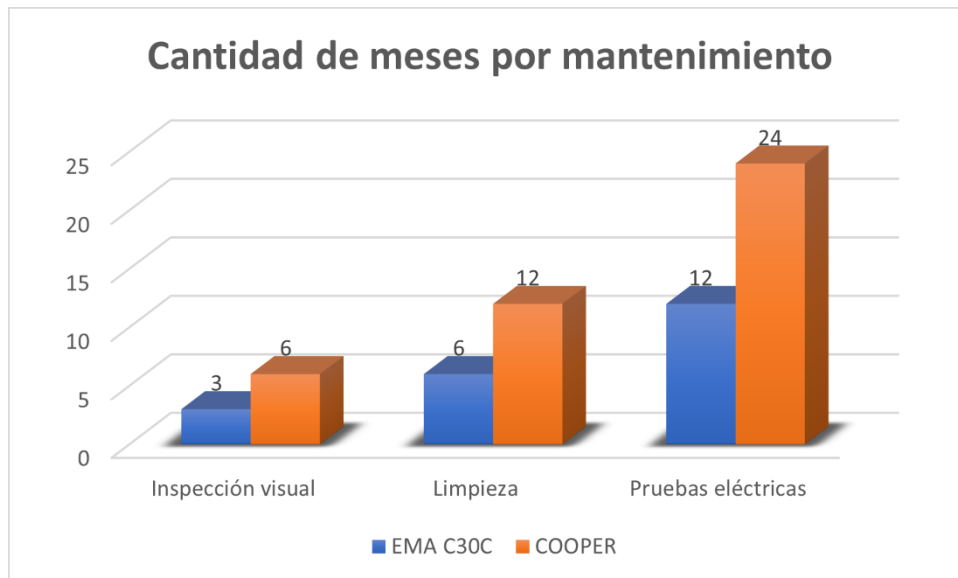


Ilustración 9 - Comparación periódica de mantenimientos

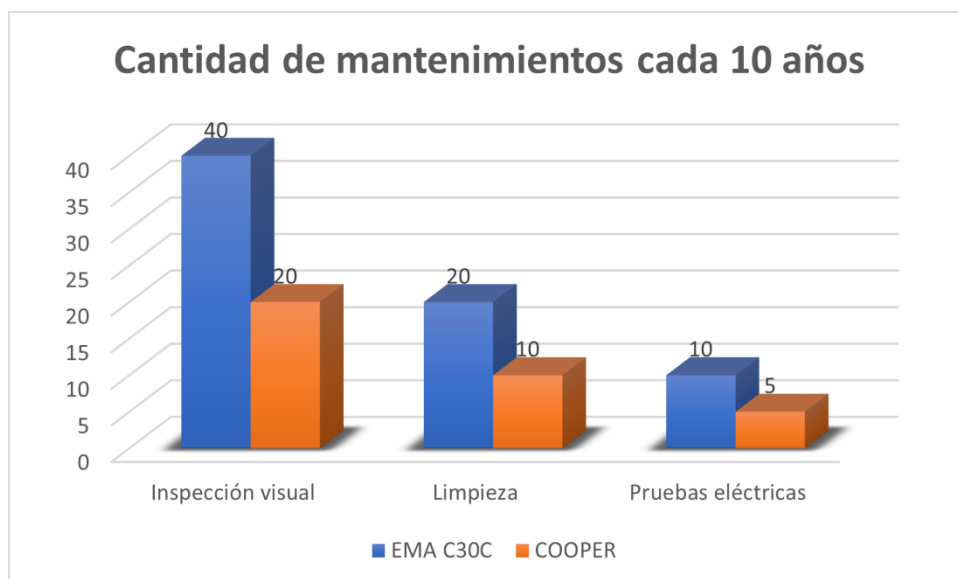


Ilustración 10 - Comparación mantenimientos en una década

Conceptos clave:

5 reglas de oro

- Desconexión de fuentes de alimentación. Corte visible y/o efectivo.
- Bloqueo de los equipos y señalización.
- Verificación de ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y cortocircuito.
- Protección y señalización de la zona de trabajo.

Capacidad de corriente

La capacidad de corriente es la cantidad máxima de corriente que un dispositivo puede soportar de forma segura.

Costes de mantenimiento

Los costes de mantenimiento son los costes asociados a la reparación o sustitución de un dispositivo.

Dieléctrico:

Dieléctrico es un mal conductor de la electricidad.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Los materiales utilizados para realizar este informe son los siguientes:

- Datos históricos de las redes ENERSA (operación y demanda).
- Información técnica sobre los interruptores EMA C30C y los Reconectores Cooper Form 6.
- Software de análisis estadístico.

Métodos

Los métodos utilizados para realizar este informe son los siguientes:

- Análisis de los datos históricos del comportamiento de las redes de ENERSA.
- Comparación de las características técnicas de los interruptores EMA C30C y los Reconectores Cooper Form 6.
- Estimación de los costes de mantenimiento de los interruptores EMA C30C y los Reconectores Cooper Form 6.

RECURSOS

- Manual: Restauradores (Reconectores) - Instrucciones de instalación y funcionamiento del control de restauradores controlado por microprocesador Form 6 de montaje en poste; COOPER Power Systems.
- Manual: Guía de programación de controles de restauradores por microprocesador Kyle Form 6.
- Manual: INTERRUPTORES TRIPOLARES EN BAÑO DE ACEITE SERIE C-C TIPO C30C EMA (Manual de Puesta en Servicio y Mantenimiento – ELECTRO MECANICA ARGENTINA S.A.).

RESULTADOS

Presentación de los datos

Los datos históricos de ENERSA sobre la demanda de energía eléctrica muestran que ésta ha aumentado a una tasa media del 2% anual en los últimos 10 años. Se espera que esta tendencia tenga una evolución positiva en el futuro.

Los costes de mantenimiento estimados para los Interruptores EMA C30C son el doble que para los Reconectores Cooper Form 6, considerando repuestos y horas hombre. Sumando a esto, los Interruptores EMA C30C presentan gran dificultad para la obtención de repuestos.

Análisis de los datos

La comparación de las características técnicas de los Interruptores EMA C30C y los Reconectores Cooper Form 6 muestra que los Reconectores ofrecen una serie de ventajas sobre los Interruptores. Estas ventajas incluyen una mayor capacidad de corriente, una mejor fiabilidad y unos costes de mantenimiento más bajos.

Esto supone un ahorro significativo de costes a largo plazo para ENERSA.

Interpretación de los datos

Los resultados del análisis de los datos sugieren que el reemplazo de los Interruptores EMA C30C por Reconectores Cooper Form 6 será una decisión beneficiosa para ENERSA.

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Discusión de los resultados

Los nuevos Reconectores Cooper Form 6 cumplen con los estándares de calidad exigidos y ofrecen un mayor rendimiento que los Interruptores EMA C30C.

La mayor capacidad de corriente de los Reconectores permitirá a ENERSA satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica. La mejor fiabilidad de los Reconectores reducirá el riesgo de interrupciones en el servicio eléctrico. Los costes de mantenimiento más bajos de los Reconectores supondrán un ahorro significativo de costes a largo plazo para ENERSA.

Conclusiones

El cambio de Interruptores EMA C30C por Reconectores Cooper Form 6 es una mejora importante para la SET Strobel. Los nuevos Reconectores ofrecen un mayor rendimiento y fiabilidad, lo que contribuye a garantizar la continuidad del servicio eléctrico.

Se recomienda realizar inspecciones periódicas de los Reconectores para garantizar su correcto funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BIBLIOGRAFÍA

EPRE. (29 de Marzo de 2012). *EPRE - DECRETO 734*. Obtenido de CONTRATO DE CONCESIÓN ENERGÍA DE ENTRE RÍOS S.A.: <https://epre.gov.ar/web/calidad-de-servicio-tecnico/>

<https://epre.gov.ar/web/calidad-de-servicio-tecnico/>

<https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-notarial-argentina/entry-models/cooper-form6-s280-70-3s-version-4-manual/23712760>

<https://studylib.es/doc/9166456/manual-cooper-form-6-espa%C3%B1ol>

ANEXOS

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- ENERSA	2
Ilustración 2- SET Strobel.....	3
Ilustración 3 – Playa de 33kV SET Strobel	4
Ilustración 4 – Playa de 33kV, Campos de Transformadores SET Strobel.....	5
Ilustración 5 - Interruptor EMA C30C	10
Ilustración 6 - Interruptor EMA C30C 2	11
Ilustración 7 - Reconectador Cooper Form 6	12
Ilustración 8 - Reconectador Cooper Form 6 2.....	14
Ilustración 9 - Comparación periódica de mantenimientos.....	17
Ilustración 10 - Comparación mantenimientos en una década	17