

Renovación del Sistema de Protecciones Eléctricas de Generación y de los transformadores auxiliares de las centrales de Ascó I, Ascó II y Vandellós II

J. Archilla

El sistema de protecciones eléctricas del sistema de generación y transformadores auxiliares de las centrales de ANAV mantiene, después de más de 20 años, su configuración original. La obsolescencia de los relés, que implica dificultad para conseguir repuestos originales, junto a los disparos intempestivos de las protecciones de las centrales, ocasionados por maniobras y transitorios en la red de alta tensión, han aconsejado realizar el proyecto objeto del artículo, que consiste en la renovación de las cabinas de protecciones, instalando relés electrónico-digitales, así como un nuevo equipamiento interno auxiliar. Adicionalmente, para aumentar la fiabilidad, se va a modificar la configuración actual, disponiendo dos sistemas de protección redundantes (con lógica de disparo 1 de 2), así como un nuevo sistema de supervisión asociado, siguiendo así las mejores prácticas de la industria.

The electrical protection system of the generation system and auxiliary power transformers of Ascó and Vandellós NPPs retains, after more than 20 years, its original configuration. The obsolescence of the relays, that means difficulty of getting the original spare parts, along with the occurrence of a number of trips of the electrical protections due, ultimately, to maneuvers and transients of the high-voltage network, have led to launch the project described in this article. This project consists on the renewal of the electrical protection cabins, installing electronic-digital relays and new auxiliary equipment. Reliability will be enhanced by modifying the current configuration, by means of two separated redundant protection systems (with logical switch 1 of 2) and also a new supervision system, following the best industry practices.



JORGE ARCHILLA MARTÍN-SANZ

Subdirección de Ingeniería y Ciclo de combustible, dentro de la organización de la DGEN de Endesa. Ingeniero industrial, especialidad eléctrica por la Universidad Pontificia Comillas I.C.A.I.

INTRODUCCIÓN

El diseño inicial de protecciones eléctricas del sistema de generación de las centrales nucleares de Ascó I, Ascó II y Vandellós II (compuesto por el generador principal, interruptor de generación -solo C.N.Vandellós II-, barras de fase aislada y transformador principal) y transformadores auxiliares) no ha sufrido alteración significativa alguna con respecto al diseño original.

La configuración inicial, compuesta por un sistema primario y otro de "backup" de relés de una sola función que atacan a una matriz de disparos, y los equipos de protección que forman parte de ella (estos son electrónicos analógicos modelo GSX5 de BBC) tienen más de 20 años.

Dedido a que los relés instalados se están quedando obsoletos y que se han producido unos disparos intempestivos de las protecciones de las centrales originados por maniobras y transitorios en la red de alta tensión, se ha optado por iniciar un proyecto de renovación del sistema de protecciones.

El cambio engloba a las cabinas de protecciones (relés, relés auxiliares, cableado interno, regleteros, diodos, etcétera) que serán reemplazadas por otras con un diseño más moderno, con nuevos relés electrónico-digitales y equipación interna auxiliar completamente nueva.

OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguen en el proyecto son los siguientes:

- Eliminar el problema de la obsolescencia y ausencia de repuestos del sistema de protecciones eléctricas del sistema de generación y transformadores auxiliares.
- Aumentar la fiabilidad, para lo que se modificará la configuración actual incorporando dos sistemas de protección independientes (con lógica de disparo 1 de 2), se tendrá en cuenta la experiencia operativa en el sector, las recomendaciones de las guías de diseño de la IEEE (introduciendo nuevas funciones de protección) y los

requisitos del Operador del Sistema (introduciendo nuevas funciones de protección).

- Aumentar las prestaciones aprovechando las mejoras tecnológicas (los relés incluyen medidas de los parámetros, oscilos, comunicaciones, etcétera), para lo que se incluirá un nuevo sistema de supervisión eléctrico.
- Incorporar un sistema de supervisión eléctrico nuevo que centralice la información de los equipos de eléctricos (relés de protección, oscilos, equipos de medida, etcétera) que permita el acceso remoto. Esto facilitará el análisis de los sucesos eléctricos (transitorios, disparos, etcétera), agilizar los estudios postincidente y monitorizará las protecciones del sistema.
- Dar la mejor solución teniendo en cuenta su idoneidad técnica, el mantenimiento, servicio postventa, etcétera.
- Llevar a cabo el desmontaje, el montaje de los nuevos equipos y las pruebas asociadas en una recarga sin que ello suponga ningún incremento en el camino crítico.

Elemento	Descripción de la protección	ANSI	C.N. Vandellos II	C.N. Ascó I	C.N. Ascó II
	Diferencial de generador.	87G	X	X	X
	Falta a tierra del generador (95%).	59GN	X	X	X
	Falta a tierra del generador (100%).	64GN	X	X	X
	Sobreintensidad de fases.	50/51	X	X	X
	Mínima impedancia del generador.	21	X	X	X
	Imagen térmica estátor.	49S	X	X	X
	Desequilibrio de carga (secuencia inversa).	46	X	X	X
	Pérdida de sincronismo.	78	X	X	X
	Variación de frecuencia (lado generador).	81	X	X	X
	Máxima tensión.	59	X	X	X
	Retorno de energía.	32	X	X	X
	Pérdida de excitación.	40	X	X	X
	Energización accidental del generador.	50/27	X	N/A	N/A
	Fallo de interruptor.	50BF	X	N/A	N/A
	Falta a tierra en el rotor.	64R	X	X	X
	Desequilibrio de tensiones.	60	X	X	X
	Diferencial Transformador ó Generador+Transformador.	87TP/87GT	87TP	87GT	87GT
	Diferencial neutro del transformador.	87NTP	X	X	X
	Sobreintensidad de fases del TP.	50/51TP	X	X	X
	Falta a tierra del neutro del TP.	51NTP	X	X	X
	Protección de cuba.	50C	X	X	X
	Sobrecarga del TP.	49	X	X	X
	Sobreexcitación V/Hz.	24	X	X	X
	Falta a tierra en barras de fase aislada.	59N	X	N/A	N/A
	Desequilibrio de tensiones.	60	X	X	X
	Variación de frecuencia.	81	X	X	X
	Mínima tensión (auxiliares).	27	X	X	X
	Relé de sobretensión (sistema 400 kV)	59	N/A	X	X
	Sobreintensidad fases. Protección del regulador	50R	N/A	X	X
	Diferencial Transformador	87TA	X	X	X
	Sobreintensidad de fases del TA.	50/51TA	X	X	X
	Falta a tierra del neutro del TA.	51NTA	X	X	X
	Protección de cuba.	50C	X	X	X
	Sobreintensidad fases. Protección del regulador (*)	50R	N/A	X	X
	Sobrecarga del TA.	49	X	X	X
	Sobreexcitación V/Hz. (*)	24	N/A	X	X

(*) Sólo en los TAA's.

Tabla 1.

DESCRIPCION DEL PROYECTO

Previamente al comienzo del proyecto se elaboró un estudio que realizó una preselección de los diferentes suministradores disponibles en el mercado. Este documento valoraba la solución desde un punto de vista global (proyecto y explotación) y se concluyó con un listado de fabricantes que cumplieran con los requisitos buscados.

Solución técnica del sistema de protecciones

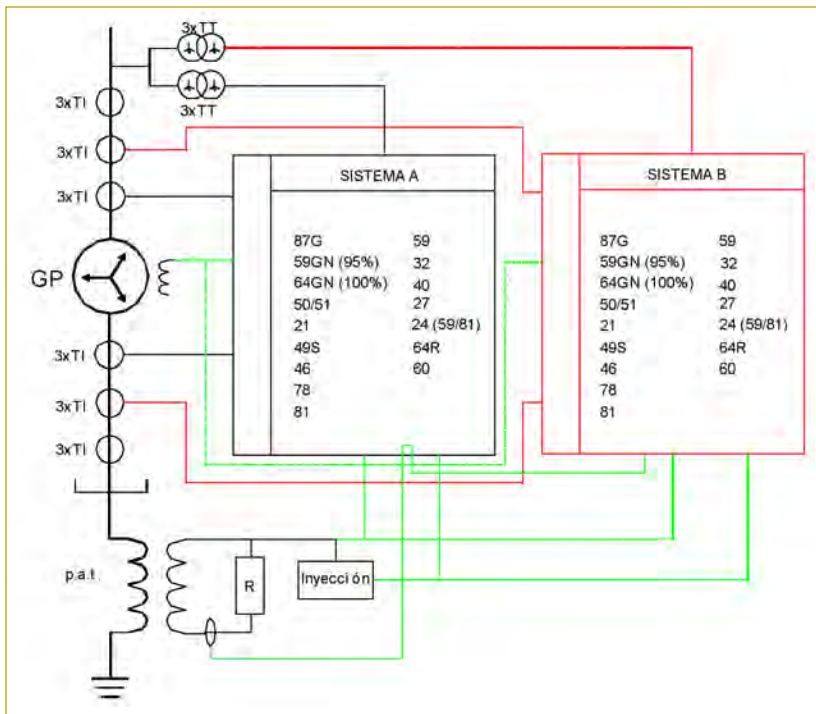
Para cumplir con los dos primeros objetivos, se ha dispuesto un sistema de protecciones eléctricas con las siguientes características:

- Nuevos relés electrónico digitales multifunción que abarcarán totalidad de las funciones existentes actualmente, además de disponer de alguna adicional. Las funciones requeridas se muestran en la tabla 1:

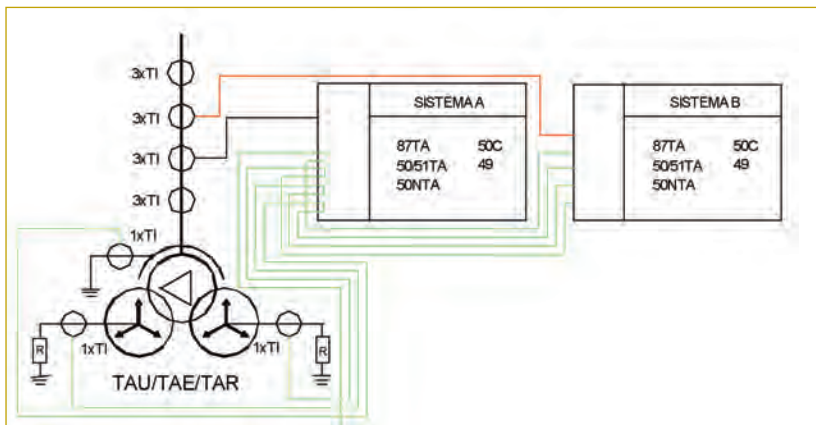
- Para dar redundancia al sistema, se instalarán dos conjuntos de relés (que tengan todas las funciones de protección) completamente redundantes por cada elemento (generador, transformador principal y cada transformador auxiliar), con una lógica de disparo 1 de 2.
- Cada conjunto de relés se conectará cada a un TI/TT diferente (siempre que sea posible). A continuación se muestra el esquema para el generador de Ascó y un transformador auxiliar de Vandellós.
- El diseño del nuevo sistema no modificará la configuración/número de señales analógicas, de alarma, de actuación, etcétera que entran/salen de las cabinas existentes (se mantiene la lógica cableada). Esto simplificará la implantación y el proyecto, al no tener que instalar nuevos cables dentro de sala de control.
- Como criterio todas las señales de disparo hacia los equipos de campo

(disyuntores, solenoides de turbina, etcétera), enclavamientos eléctricos y las conmutaciones de barras que existen se conservan. Además, estos saldrán de SD de los relés multifunción que actuarán unos relés auxiliares de disparo y enclavamiento, de rearme manual (función 86). Por medio de los contactos libres de potencial de los relés auxiliares se actuará sobre los canales de disparo, los enclavamientos eléctricos y las conmutaciones de barras. Esta medida elimina numerosos relés auxiliares simplificando el sistema.

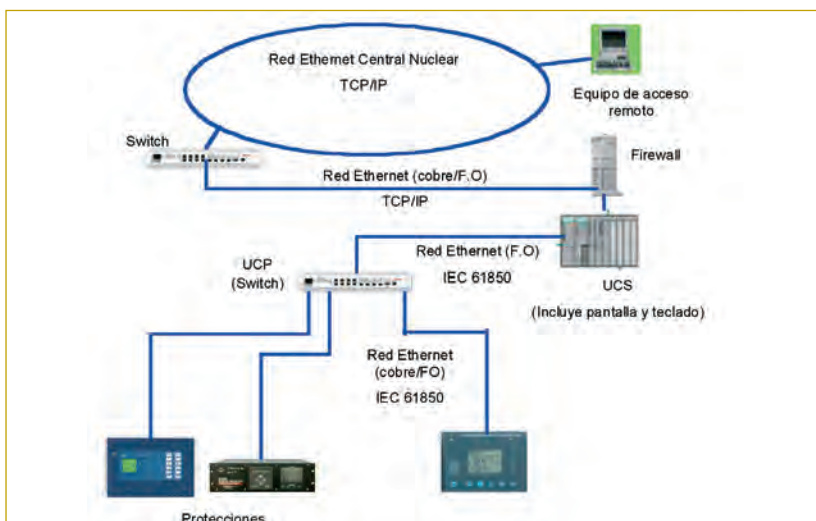
- Asimismo, todas las señales asociadas a actuación de las funciones de protección, alarmas, disparo hacia los equipos de campo o anomalías del propio panel que actualmente se recogen por el sistema de control, osciloperturbógrafos y/o anunciadores de alarmas externos mediante contactos cableados en el armario de protecciones se



Esquema del sistema de protecciones del generador principal de Ascó.



Esquema del sistema de protecciones de un transformador auxiliar de Vandellós II.



Arquitectura del sistema de supervisión.

mantienen cableados. Todas estas señales saldrán de contactos libres de potencial de un equipo auxiliar que obtendrá la información del relé multifunción por medio del protocolo de comunicación IEC 61850. Esta medida elimina numerosos relés auxiliares simplificando el sistema.

- Se mantienen y mejoran las prestaciones de las cabinas que existen en la actualidad:
 - Se incluye un sistema mediante bloques de prueba que permite ensayar cada relé multifunción sin necesidad de desmontar los mismos, actuando únicamente sobre el frontal de los armarios.
 - Los propios relés multifunción, en modo prueba, permiten maniobrar las salidas digitales para poder comprobar la actuación de los relés auxiliares 86.
 - La señalización local de la actuación de los relés 86 se obtiene a través de los led's del equipo auxiliar.
 - Se supervisa la continuidad de los canales de disparo (continuidad de cables y supervisión de bobinas de disparo) por medio del equipo auxiliar de una forma continua.
- Se dota al sistema de un sistema de sincronización mediante GPS, que dará una referencia temporal fiable a los registros de datos.

Solución técnica del sistema de supervisión

El sistema de supervisión está enfocado a utilizar todo el potencial que los nuevos equipos ofrecen, teniendo en cuenta que a futuro se le puedan incorporar nuevas protecciones de otros equipos eléctricos. La funcionalidad que se busca al sistema de supervisión es la siguiente:

- Preferentemente se utilizará el protocolo IEC61850 que presenta una estandarización entre los diferentes fabricantes y una mayor capacidad de transmisión de datos.
- Recopilación de los datos recogidos por los diferentes relés en el sistema, por medio de las Unidades de Control de Posición (UCP), que harán la función fundamental de concentrador de datos, mediante protocolo IEC 61850.
- Comunicación de las UCP con la Unidad de Control del Sistema (UCS) mediante protocolo IEC 61850.
- Las principales funciones que realiza la UCS son:
 - Almacenamiento de los datos recogidos y generados por los diferentes relés: alarmas, medidas analógicas, eventos, informes de falta, registros oscilográficos, etcétera.

Este almacenamiento se realizará con un refresco inferior a un segundo, lo que garantiza que se disponga de la última información en el sistema.

- Comunicación con un terminal de acceso remoto a través de la red ethernet de la central (a la cual se encontrará conectada) mediante protocolo TCP/IP.
- Comunicación con el sistema de supervisión general de la instalación (OVATION/SAMO), proporcionándole información relevante.
- Capacidad de comunicación (para posibles ampliaciones) por medio de los siguientes protocolos: IEC 61850, IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-103, Modbus y DNP 3.0.
- En el terminal de acceso local se instalará un software de gestión que, accediendo a los datos de la UCS, permitirá las siguientes acciones:
 - Supervisión de la instalación mediante diagramas mímicos dinámicos del sistema eléctrico con varios niveles de pantallas en las que se accederán a las alarmas, informes de falta, registros oscilográficos, etcétera.
 - Capacidad de representación gráfica de los registros generados.
 - Permitir el tratamiento de los datos disponibles (magnitudes eléctricas, informes, oscilos, etcétera) mediante herramienta informática de uso habitual (programas comerciales del entorno office).

Aspectos diferenciadores entre Ascó y Vandellós

A la hora de acometer el proyecto se ha de tener en cuenta que las tres plantas son muy similares, con lo que la solución adoptada puede ser única. No obstante, se han de considerar factores que hacen que la solución de Vandellós II tenga diferencias con respecto a Ascó I y II, las cuales son:

- Aspectos técnicos: Vandellós II tiene un interruptor de generación (mientras que Ascó no); y Ascó tienen dos transformadores auxiliares y dos transformadores de arranque mientras que Vandellós II tiene tres transformadores de servicios auxiliares/arranque.
- Aspectos funcionales: durante el periodo de "no modo" es necesario disponer de una fuente externa de energía, lo que hace que uno de los transformadores auxiliares deba estar en funcionamiento. Este hecho condiciona notablemente el desmontaje/montaje en Ascó, ya que al no tener interruptor de generación únicamente se dispone de dos transformadores auxiliares de arranque que comparten la cabina de protecciones (por lo que siempre tiene que estar uno en servicio). En Vandellós no existe dicha limitación, al disponer de interruptor de generación y ya que los tres transformadores auxiliares no comparten una única cabina.
- Aspectos logísticos: en las unidades de Ascó el acceso de los equipos de grandes dimensiones a la sala de control está muy limitado (se ha comprobado que no se pueden introducir cabinas nuevas), lo que hace que la solución propuesta sea diferente en ambos emplazamientos. Esta es:
 - Vandellós II: se desconectará el cableado de campo existente y se sustituirán los armarios -incluida su equipación interior completa- por otros nuevos. Los dos aspectos fundamentales a tener en cuenta es realizar un replanteo mecánico de las cabinas (de los anclajes) y del posicionamiento de los regleteros de los cables de entrada/salida de la cabina (con objeto de mantenerlos en la misma posición y no tener que tocar los cables de campo).
 - Ascó I y II: se desmontará toda la equipación interior, sin tocar la en-

volviente de los armarios, los borneros y el cableado de campo. Los elementos nuevos a instalar serán el bastidor pivotante, el panel interno de equipos auxiliares y todo el cableado interno. Los dos aspectos fundamentales a tener en cuenta es realizar un replanteo mecánico de las cabinas (punto de unión entre el bastidor pivotante y el armario) y del posicionamiento de los regleteros de los cables de entrada/salida de la cabina (con objeto de minimizar los errores del cableado interno).

Elementos clave en la implantación

Los elementos que han de prestarse la máxima atención que actualmente han sido identificados dentro del proyecto son los siguientes:

- Realizar un replanteo mecánico y eléctrico de las cabinas, para evitar modificaciones durante la parada y minimizar los trabajos en sala de control.
- Estudio previo documentado del cumplimiento de las ETF's de las fuentes exteriores (muy importante en Ascó), contemplando desde el inicio del proyecto.
- Elaboración de un manual de protecciones exhaustivo y determinación de todos los parámetros asociados a los relés. Esto minimizará los disparos intempestivos durante las pruebas y puesta en marcha del sistema.
- Pruebas FAT exhaustivas, que permitan probar el cableado, los ajustes de las protecciones y funcionalidad de las cabinas al máximo, minimizando los correctivos durante el montaje.
- Planificación previa a la parada, para coordinar todos los trabajos en sala de control que afecten al proyecto y los descargos necesarios. ■

37ª Reunión Anual
SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA
 BURGOS, del 28 al 30 de septiembre

BURGOS
 37 Reunión Anual ■ 28-30 septiembre 2011
 SOCIEDAD NUCLEAR ESPAÑOLA