

ANÁLISIS DE DISTURBIOS EN BARRAS DE SUBESTACIONES DEL ÁREA DE TRANSMISIÓN ORIENTE Y LA OPERACIÓN DE LA 87B.

**Autores: Ing. José de J. Duron Mendoza, Ing. Bladimir Hernandez Acosta, Ing. Vicente Rodríguez Rugerio, Coordinador Ing. Eduardo Mora Alcaraz.
C.F.E. Area de Transmisión Oriente.**

Resumen.

El Área de Transmisión y Transformación Oriente de la CFE conformó un grupo de trabajo para analizar las fallas en buses y operación de protecciones diferenciales ocurridas durante 1999 y 2000. Se presentan los resultados del grupo de trabajo y las medidas correctivas que deberán aplicarse en todas las instalaciones del ATTOR para incrementar la confiabilidad del sistema eléctrico.

Antecedentes.

Se sabe que las fallas en buses son las de magnitud de corriente más alta y las de mayor esfuerzo para el equipo eléctrico primario; y se considera que su incidencia es la más baja de los diferentes equipos que componen el sistema eléctrico. Sin embargo, durante 1999 y 2000 se presentaron 23 fallas en diversos buses de las subestaciones del ATTOR y 7 operaciones adicionales de protecciones diferenciales sin falla en el sistema eléctrico o con falla externa a la cobertura de la protección.

Estos 30 eventos en que se involucran buses está por encima del número de eventos relacionados con transformadores, fallas de interruptor y esquemas de teleprotección ocurridos en el mismo período, lo que desmiente la premisa de su baja incidencia.

Este alto número de eventos motivó la formación de un grupo de trabajo que revisara cada uno de ellos y propusiera medidas correctivas de aplicación general que le den una mayor confiabilidad a la operación de las subestaciones del ATTOR.

Artículo recomendado y aprobado por el Comité Nacional de CIGRÉ-México para presentarse en el Segundo Congreso Bienal, del 13 al 15 de junio del 2001, en Irapuato, Gto.

Desarrollo.

A continuación se presenta la distribución de los 30 eventos:

- 9 de ellos son libramientos incorrectos (operación de la protección sin falla, operación de la protección con falla externa, no operación de la protección con falla dentro de su cobertura);
- 6 eventos son accidentales;
- por lo menos en 14 de los 30 eventos se pueden establecer medidas para evitar que se repitan y para darle mayor confiabilidad a las protecciones;
- un evento ocurrió por daño en componente;
- en 6 eventos hubo errores de maniobra;
- en 5 eventos se observa falta de supervisión;
- en 6 eventos se observan deficiencias en los procedimientos y las labores de mantenimiento;
- en 2 eventos hubo exceso de confianza del personal;
- hay 5 casos de desprendimiento de conductor y corrosión;
- existe un caso de uso de materiales no adecuados;
- una falla se produjo durante maniobras de lavado en vivo;
- hubo dos eventos en los que el número de licencias autorizadas puso en alto riesgo la operación del sistema eléctrico;
- en 10 eventos hubo falla de equipo eléctrico primario;
- 8 eventos ocurrieron en buses de 400 kV, 11 en 230 kV y 11 en 115 kV;
- 9 corresponden a instalaciones de la subárea Coatzacoalcos, 8 de Tampico, 4 de Veracruz, 4 de Córdoba, 2 de Xalapa, 2 de Temascal y 1 de Poza Rica.

En la tabla 1 se presenta el resumen de los 30 eventos de 1999 y 2000.

Medidas correctivas.

Para aplicación general por el departamento de subestaciones:

1. Se debe contar con un programa de inspección de contaminación de aislamiento y lavado del mismo para prevenir las fallas por contaminación.
2. Se debe contar con un programa de inspección de herrajes para prevenir las fallas por desprendimiento de conductor por corrosión de herrajes.
3. Se deben delimitar las áreas de trabajo en campo antes de iniciar maniobras para disminuir las probabilidades de operar un equipo que no corresponda y para mantenerse alejado de las áreas energizadas.
4. Se deben repasar las maniobras, por parejas, antes de realizarlas para prevenir situaciones de riesgo.
5. No se deben trasladar andamios armados dentro de la subestación.
6. Se debe difundir un documento donde se describan diferentes casos en los que se provocaron fallas dentro de la subestación (movimiento de andamios, uso de mandaderas, manejo de equipo de lavado, operación de equipo equivocado). Este documento debe ser comentado por el personal periódicamente.
7. Debe hacerse del conocimiento del personal las distancias mínimas de seguridad en instalaciones de 400, 230, 115, 69, 34.5 y 13.8 kV.
8. Se deben desconectar los puentes de los transformadores de corriente cuando se realicen pruebas en equipo eléctrico primario para evitar que se produzcan corrientes inducidas hacia las protecciones.
9. Cuando se realicen pruebas a transformadores de corriente se deben desconectar todas las terminales, identificarlas y aislarlas para evitar operaciones incorrectas de las protecciones.
10. Se debe evitar el uso de cuerdas cerca de áreas energizadas, dándole especial atención a la supervisión de trabajos en subestaciones.
11. Se debe sacar la alimentación del control de interruptores y cuchillas bajo licencia en muerto para evitar su accionamiento accidental.

Para aplicación general del departamento de protecciones:

12. Se deben utilizar las tablillas de conexiones adecuadas para circuitos de corriente en los registros de los transformadores de corriente.
13. Se debe revisar el correcto enzapatado de las terminales de los circuitos de corriente para asegurar que estén bien aplicadas; para lo cual se deben utilizar pinzas de enzapatar de resorte las cuales aseguran que siempre se aplique la misma presión. Se sugiere aplicar estaño en estas terminales como se realizó en la Subarea Coatzacoalcos.
14. Siempre que se ponga en servicio equipo nuevo y siempre que se realicen trabajos con los circuitos de corriente se deben fasear las protecciones. Si no existe suficiente corriente de carga se deben realizar pruebas con equipo desenergizado que aseguren el correcto faseo de las protecciones.
15. Se deben agregar blocks de prueba tipo navaja (Westinghouse) o tipo peine (G.E.) en las salidas de disparo de la protección diferencial (87B/86B), que permitan bloquear las salidas de disparo para realizar un mantenimiento exhaustivo de la protección hasta la operación de los relevadores 86.
16. Se debe completar los disparos a ambas bobinas de los interruptores por 94 y 86, preferentemente con relevadores auxiliares sellados (Asea).
17. En el mantenimiento se debe verificar el ajuste y la operación y el tiempo de las alarmas de supervisión y bloqueo, unidades de arranque y unidades diferenciales; para lo cual se debe utilizar el equipo apropiado.
18. Se debe elaborar la instrucción de trabajo para protecciones diferenciales de bus, considerando en la misma la revisión y prueba de las resistencias internas.
19. Se deben repasar, por parejas, las actividades de mantenimiento a las protecciones diferenciales de bus antes de ejecutar los trabajos para prevenir situaciones de riesgo.
20. Se debe comentar con el personal las experiencias con operación y mantenimiento de las protecciones diferenciales de bus.
21. Se deben aplicar blocks de pruebas en todos los circuitos de corrientes de las protecciones diferenciales de bus.
22. Se deben actualizar las memorias de cálculo de las protecciones diferenciales de bus.

23. Se deben elaborar documentos con la descripción de la lógica de réplica de cuchillas de las protecciones diferenciales de subestaciones con doble barra e interruptor de transferencia. Se deben implementar mímicos con señalización directamente de la lógica de réplica de cuchillas en las mismas subestaciones; estos arreglos no deben ser susceptibles de falla que pueden provocar disparos incorrectos.
24. Se debe implementar el disparo de interruptores en alta y baja de transformadores por operación de la protección diferencial de bus, utilizando dispositivos controladores de bahía en arreglos de interruptor y medio o doble interruptor.
25. Se debe elaborar una guía de inspección para la supervisión de la puesta en servicio de ampliaciones y nuevas instalaciones.

Para aplicación general de todas las áreas involucradas:

26. No se deben realizar pruebas en líneas dentro de los tres minutos posteriores a la operación no exitosa de un recierre.
27. Se debe difundir entre el personal los eventos en los que se conjuntaron licencias simultáneas en diferentes equipos de la subestación poniendo en riesgo la operación de la misma.
28. Se debe capacitar al personal en los procedimientos para energización y desenergización de equipos (bloqueos, alimentación del control, revisión de potencial en las tres fases, revisión de corrientes en las tres fases).
29. Para licencias de más de una hora de duración se deben abrir las cuchillas de los interruptores asociados.
30. Para aplicación particular de la subárea Coatzacoalcos:
31. Realizar las pruebas recomendadas por el fabricante a la protección diferencial del bus 2 de 400 kV de la S.E. Minatitlán II, poniendo especial atención en la lógica de réplica de cuchillas.

32. Realizar las pruebas recomendadas por el fabricante a la protección diferencial del bus 2 de 115 kV de la S.E. Minatitlán II, poniendo especial atención en la alarma de supervisión.

Para aplicación particular de la subárea Veracruz:

33. Realizar las pruebas recomendadas por el fabricante a la protección diferencial del bus 2 de 230 kV de la S.E. Veracruz II, poniendo especial atención en los tiempos de operación.

Ing. Eduardo Mora Alcaraz (16/09/1964).

Licenciado en Ingeniería Electrónica en Comunicaciones, egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana en 1988, con diplomado en Sistemas Eléctricos de Potencia por la Universidad de San Nicolás de Hidalgo en 1993.

Desde 1988 se desempeña como trabajador de CFE en la especialidad de Protecciones, donde ha ocupado los cargos de auxiliar de la Suptcia. de Protección y Medición de la SATT Poza Rica, Superintendente de Protección y Medición de la misma Subarea, desde junio de 1995 se tiene el cargo de Jefe de Oficina de la subgerencia de Protección y Medición en el ATT Oriente.

Ing. José de J. Duron Mendoza

Ing. Bladimir Hernández Acosta (1/08/72)

Ingeniero Industrial en Electricidad egresado en 1994 del Instituto Tecnológico Regional de Veracruz, ingreso a CFE en 1995 laborando en la SATT Poza Rica, en 1996 se traslada a la SATT Veracruz donde se desempeña como Técnico Auxiliar y a partir de 1998 en la SATT Coatzacoalcos como Técnico de protección.

Ing. Vicente Rodríguez Rugerio (28/08/62)

Ingeniero Mecánico-Electricista Egresado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Veracruzana en 1991, desde ese año ingresa a CFE en la SATT Temaxcal, posteriormente se desempeña como técnico auxiliar de protecciones en la SATT Coatzacoalcos y desde 1996 labora como técnico de Protecciones en la SATT Veracruz.

Tabla 1. Resumen de eventos en buses período 1999-2000.

1	990304	TA	PRI	B1	115	87B	Operación en falso de la protección.	Se encontró dañada la resistencia Rs.
2	990311	TZ	MZT	B1	230	87B	Maniobra incorrecta.	Se cierran las cuchillas 91031 estando aterrizado el interruptor 91030.
3	990405	TM	ALT	B1	115	87B	Falla a tierra en la cuchilla 73948.	Aislamiento contaminado.
4	990405	TC	CTS	B1	115	87B	Explosión del TC de la 73030 al ocurrir falla en la misma línea.	Se encontró zapata desprendida.
5	990615	TV	VRD	B2	230	87B	Conductor del bus caído después de un temblor de intensa magnitud.	La operación de la protección diferencial tardó más de lo normal.
6	990728	TC	CTS	B1	400	87B	Al mover un andamio se provoca una falla a tierra en el bus y el accidente mortal del trabajador.	Se atora el relevador 86B operando respaldos.
7	990826	TZ	MZT	B1	230		Maniobra incorrecta.	Se cierran las cuchillas 93478 habiendo equipo aterrizado conectado al bus de transferencia. La falla queda fuera de la cobertura de la protección diferencial operando respaldos.
8	990903	TC	CTS	B1	400	86B	Al estar trabajando en la protección diferencial se provoca la operación accidental del relevador 86B.	Se tenía licencia en muerto sobre el interruptor A8110 y el transformador T1 conectado únicamente al bus 1. Se tomó licencia sobre la protección diferencial del bus 1.
9	990925	TX	TMD	B1	230	87B	Explosión del interruptor 93260.	Se tenía licencia en muerto sobre la línea 93260. Al devolver la licencia se detectó falta de corriente en la fase "C". Al sacar la línea 40 minutos más tarde para investigar la causa explota el interruptor.
10	991020	TC	MID	B1 B2	115 115	87B 87B	Falla en apartarrayo de CEL-73870. Desprendimiento de hilo de guarda, por corrosión y vientos, a la salida de las líneas 73110 y 73120. Explosión de interruptor 73120 contaminando ambos buses.	20:18 D 73870 21-Z2 20:18 C/D 73870 79 / 21-Z2 20:20 C/D 73870 Mando / 21-Z2 20:20 D 73110 21-Z1 20:20 D 73120 21-Z1 20:20 D B1-115 87B / 86B 20:20 D B2-115 87B / 86B
11	991104	TC	JUI	B1	400	87B	Falla del interruptor A2010.	
12	991122	TV	VRD	B2	230	87B	Explosión del TC del interruptor 93990.	Durante las maniobras de restablecimiento, por error, se ordena y ejecuta el cierre del interruptor 93990 sin mayores consecuencias.
13	991231	TC	MID	B2	400		Falla a tierra en la cuchilla A3169 durante maniobras para licencia de emergencia en muerto del interruptor A3160. No opera la protección diferencial.	Desde el 991226 se detectaron problemas en el interruptor A3060. El 991231 se tenía transferida la línea A3T10 por cambio del interruptor y en muerto el bus 1 por licencia para ajuste de la cuchilla A3T11. A las 15:38 se tramita licencia de emergencia en muerto para revisión del interruptor A3160. Se le da orden de apertura quedándose cerrada la fase "A". Al abrir cuchilla A3169 se produce falla a tierra en la misma.
14	000108	TV	DBC	B1	230	87B	Falla a tierra en aislador soporte de la bahía del interruptor 91030 durante maniobras de lavado en vivo.	

15	000114	TC	MID	B2	115	87B	Con falla en la línea 73120 opera la protección diferencial por polaridad invertida en TC auxiliar de la misma línea.	Al cambio del interruptor 73120 por su explosión el 991020, se tuvo que agregar un juego de TC auxiliares para compensar la relación de transformación.
16	000303	TM	ALT	B2	400	87B	Falla de TC e interruptor B0590.	
17	000305	TM	ALT	B2	400	87B	Falla apartarrayo de bus e interruptor B0790.	Operación incorrecta de 50FI del interruptor A0030 por aterrizamiento múltiple en el circuito de corrientes.
18	000313	TO	ATD	B1	115	87B	Explosión de TC del AT2.	
19	000319	TO	ATD	B1	115	87B	Con falla en la línea 73210 opera la protección diferencial por error de alambrado en circuito de corrientes.	La línea 73210 se puso en servicio recientemente y no lleva carga.
20	000411	TM	ALT	B2	400	87B	Falla TC del interruptor A0060.	
21	000414	TO	OJP	B1	400	87B	Explosión de TP de bus.	Se tomó licencia en muerto de bus para cambio de block de pruebas de la protección diferencial. No se abrieron cuchillas, solo interruptores. Al energizar el bus explota el TP.
22	000512	TC	CTS	B2	115	87B	Explosión de TC del interruptor 73020.	Se encontró dañada una tablilla del registro central de corrientes. La tablilla era de potenciales no de corrientes.
23	000713	TM	MIA	B1	230	87B	Al realizar pruebas a equipo primario de la línea 93160 se induce una corriente hacia la protección diferencial.	La corriente inducida fluye por las conexiones a tierra del equipo bajo licencia, uno de los caminos es a través del TC de la misma 93160.
24	001008	TC	MID	B1	115	87B	Cadena desprendida por corrosión en la bahía 73130.	
25	001018	TO	OJP	B1	115	87B	Operación de la protección con falla externa.	Falla imagen de la cuchilla 73027.
26	001028	TM	MIA	B1	230	87B	Operación provocada por personal de la compañía Minera Autlán que se encontraba realizando pruebas a sus equipos.	El interruptor 93160 no abre por tener terminales desconectadas.
27	001124	TX	TMD	B1	230	87B	Puente desprendido en TP de bus.	
28	001205	TV	DBC	B1	115	87B	Falla a tierra a través de cuerda (mandadera) usada por personal contratista durante trabajos de mantenimiento en las estructuras de la subestación.	Había fuertes vientos.
29	001212	TM	TPC	B1	230	87B	Puente abierto en la cuchilla 92068.	Había fuertes vientos.
30	001212	TM	TPC	B1	230	87B	Falla a tierra a través de cuerda (mandadera) usada durante trabajos de corrección del puente abierto.	Había fuertes vientos.

CURRICULUM VITAE:

ING. JOSÉ DE JESÚS DURON MENDOZA

Egresado del Instituto Tecnológico de Cd. Madera de Ingeniería en eléctrica, opción electrónica, Maestría en Ingeniería Eléctrica en Potencia, del Instituto Tecnológico de Cd. Madero. Ha desarrollado actividades de estudios de cortocircuito en la Red de 400/230/115 kv, cálculo ajustes de protecciones de LTS de 400/230/115 kv, cálculo de ajustes de protección de generadores, de barras, autotransformadores, transformadores, reactores, protecciones de falla de interruptor y coordinación de protecciones de alimentadores de distribución. En puesta en servicio de esquemas de protección de It's de 400 kv con

disparo y recierre monopolar, de It's de 230 y 115 kv, de protecciones direrenciales de barras de 400/230/115 kv, de esquemas de protección de reactores, autortransformadores, reactores, generadores, registradores de falla y equipo de medición. Es instructor de cursos de Protección de generadores y auxiliares, Electrónica aplicada a protecciones, software de aplicación a personal depto. Protecciones y mediciones, Curso básico de Aspen (cortocircuito y coordinación de protecciones .

Se ha desempeñado como supervisor de construcción de CFE, Jefe de oficina de protección y medición en Tampico y cuenta con experiencia docente en Ingeniería Electrónica en el ITCM.