

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

TERMINOS DE REFERENCIA

ISA

1990

333.914
I81e
1990
ES.1

SECTOR ELECTRICO COLOMBIANO

**COMITE PARA EL DESARROLLO Y
ESTIMULO A LA INDUSTRIA NACIONAL**

CONVENIO: NACION - MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

E

INTERCONEXION ELECTRICA S.A. -ISA-

ESTUDIO SOBRE:

**EFFECTOS DE LAS SOBRETENSIONES
POR IMPULSOS ATMOSFERICOS TRANSFERIDOS
EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y CIRCUITOS SECUNDARIOS**

TERMINOS DE REFERENCIA



ISA Interconexion Electrica S. A.



MINMINAS

Medellin, octubre de 1990

CONVENIO NACION - MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
E INTERCONEXION ELECTRICA S. A. -ISA-

PLAN DE INVESTIGACION SECTORIAL

EFFECTO DE LAS SOBRETENSIONES POR IMPULSOS ATMOSFERICOS
TRANSFERIDOS EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION
Y CIRCUITOS SECUNDARIOS

- TERMINOS DE REFERENCIA -

1. INTRODUCCION

Dentro de las actividades contempladas en el Plan de Investigación del Sector Eléctrico Colombiano en particular, en el tema "Efecto de las Sobretensiones por Impulsos Atmosféricos Transferidos en Transformadores de Distribución y Circuitos Secundarios" se presenta una descripción general de las actividades.

Para la ejecución de este trabajo se solicitará la presentación de una propuesta técnica y económica a varias entidades con capacidad para desarrollarlo y dentro de éstas se seleccionará la más indicada para su ejecución.

2. EL PROYECTO

2.1. Objetivo

El objetivo de este trabajo es el análisis teórico y experimental del comportamiento de los transformadores de distribución, protecciones, puesta a tierra y circuito secundario (urbano y rural) bajo la condición de estado transitorio ocasionado por descargas atmosféricas. La finalidad del estudio es disminuir la alta tasa de fallas de transformadores, disminuir riesgos para la seguridad de usuarios rurales y definir una configuración óptima protecciones-transformador-puesta a tierra para su implementación a nivel nacional. En particular el estudio pretende:

- Evaluar el grado de severidad de los impulsos que se transmiten del devanado primario al secundario en los diseños de los transformadores de distribución que operan en Colombia. Definir el arreglo y diseño del transformador más adecuado para satisfacer tal condición.
- Evaluar la magnitud y características del impulso recortado que entregan los diferentes tipos y localización de pararrayos, explosores y/o bayonetas al transformador de distribución y su transferencia al devanado secundario. Definir la localización y tipo de protección más adecuada para la sobretensión y el cumplimiento eficaz de su función, para la cual se ha instalado.

- Evaluar el comportamiento de diferentes configuraciones de puesta a tierra del transformador y del conjunto transformador-pararrayos. Así mismo, se deberá incluir el estudio del comportamiento de la puesta a tierra para usuarios de tipo rural y su incidencia en la disminución de factores de riesgo (tensión de contacto y de paso) bajo tal condición transitoria. Definir la configuración y tipo de puesta a tierra que garantice total efectividad bajo condición de sobretensión por impulso atmosférico, tanto en el aislamiento eléctrico del transformador y su equipo asociado como para la seguridad de los usuarios del servicio de energía eléctrica, especialmente en el sector rural.
- Evaluar el comportamiento de los seccionadores, cortacircuitos, fusibles, ante el impulso de corriente para analizar la posibilidad de cambiar su ubicación como sistema de protección. Definir la óptima configuración para la condición de impulso de corriente.
- Definición del circuito secundario y conjunto transformador-protecciones-puesta a tierra óptimo desde el punto de vista técnico y económico para la condición de sobretensión por impulso atmosférico con base en el soporte teórico experimental y de aplicación en el campo.

2.2. Participación, Coordinación y Ejecución

El estudio presenta varios subproyectos que serán desarrollados en forma independiente por varias universidades que cuenten con los recursos técnicos y garanticen el cumplimiento de los objetivos indicados.

Para efectos de obtener una coordinación efectiva de los trabajos relacionados en cada uno de los subproyectos, ISA contratará los servicios de una universidad o consultor, quien será el responsable de la recopilación y análisis de la información básica, definición del plan final de pruebas, definición de los objetos de prueba (plan de muestreo), orientación para la ejecución de las pruebas, unificación de criterios entre los diferentes subproyectos que garantice el cumplimiento de las metas y objetivos definidos para el proyecto. Tal universidad o consultor será denominada en adelante el COORDINADOR. ISA realizará la dirección general, contratación de la coordinación y subproyectos y supervisión de los trabajos con el apoyo de las empresas socias, quienes colaborarán con el suministro de información estadística y de referencia con relación al tema. Además proporcionarán las muestras de los transformadores, pararrayos, bayonetas, explosores, fusibles, cortacircuitos y electrodos de puesta a tierra que se definan en el plan final de pruebas.

Un esquema general de la organización que podría tener el proyecto se presenta en el Anexo 1.

Un estimativo de los recursos humanos asignados para la ejecución del proyecto se presenta en la Figura N^o 1.

2.3. Alcance

El cronograma del proyecto puede apreciarse en la Figura N^o 1, en donde se indica una secuencia de las actividades principales y una duración aproximada de un (1) año. A continuación se presenta una descripción de dichas actividades:

2.3.1. Recolección de la Información

Esta actividad será recopilada y analizada en cada subproyecto y centralizada a nivel del COORDINADOR.

La información a recolectar por los participantes del proyecto y consistente en: estadísticas realizadas en el Sector Eléctrico y empresas similares, normas nacionales e internacionales, estudios de análisis previos o de fallas típicas adelantados por empresas del sector y similares, mediciones de resistividad y resistencia de puesta a tierra, tipos y características de las protecciones, tipos y características de las descargas atmosféricas, factores meteorológicos, parámetros técnicos reales, disposición geométrica de los devanados y tipos constructivos de transformadores de distribución, parámetros típicos de red secundaria, esquemas de conexión y localización de pararrayos, tipos de conexión y puesta a tierra, configuraciones para el diseño y modelación, reportes de prueba, documentos de cada subproyecto, y toda aquella adicional que sea necesaria para la ejecución del proyecto. Esta información será clasificada y ordenada de tal forma, que facilite su consulta rápida y efectiva para cualquiera de los temas en cuestión; en el archivo de consulta se debe identificar el nombre del tema o documento, su procedencia (norma, fabricante, empresa, universidad, instituto de investigación, etc.), fecha, localización documento original, página o páginas del documento, etc.

Toda la información recopilada, así como su sistema de consulta hace parte de los documentos que el COORDINADOR deberá entregar e incluidos en el informe final.

2.3.2. Análisis de la Información

La información recopilada será analizada en cada subproyecto con el objeto de identificar las variables y parámetros más importantes y que se utilizarán (se controlarán) en la fase de pruebas y en la simulación computacional de los transitorios.

El análisis en cada subproyecto será necesario para definir y realizar el "Plan de Trabajo", el cual presentará la metodología a seguir, tanto en la parte teórica como experimental, es decir, el "Plan de Pruebas", "Plan de Muestreo" y/o los casos a modelar en el programa de cálculo de transitorios electromagnéticos. Dicho "Plan de Trabajo" será presentado al COORDINADOR e ISA para su respectiva aprobación e inicio de las actividades para los diferentes subproyectos. El COORDINADOR consolidará los diferentes planes de trabajo de cada subproyecto y aprobará, definirá y coordinará la ejecución del plan final de trabajo.

2.3.3. Definición Teórica y Experimental de la Puesta a Tierra bajo condición Transitoria (Subproyecto 1)

Esta actividad constituye el denominado "Subproyecto 1", el cual consiste en la recopilación y análisis de la información técnica y antecedentes sobre el tema, la definición de la metodología y el desarrollo del modelo para cálculo de la impedancia de puesta a tierra y las tensiones de contacto y de paso en el usuario conectado al circuito secundario para la condición transitoria de descarga atmosférica.

La finalidad del estudio es determinar teóricamente las características, material, dimensiones, forma física de terminación del electrodo y posición óptima del electrodo de puesta a tierra del transformador, la conexión más adecuada del conjunto transformador-pararrayos y aquella del sistema que incluya la puesta a tierra en el usuario del circuito secundario.

Para encontrar la mejor solución y recomendaciones con relación a la puesta a tierra, bajo condición de descarga atmosférica, puede ser necesaria la ejecución de pruebas de laboratorio o en el campo, tales como uso del tanque electrolítico, uso de un generador de impulsos (portátil) y pruebas de alta tensión para hallar parámetros reales, verificar comportamientos o validar las recomendaciones planteadas.

El consultor en el planteamiento del proyecto y simulación correspondiente deberá tener en cuenta que las empresas de distribución del país presenten sistemas trifásicos a cuatro hilos, o sea con neutro partiendo desde la misma subestación a 3 hilos sin neutro.

La universidad seleccionada para la ejecución de este subproyecto presentará a consideración de ISA y el COORDINADOR, el plan de trabajo en el que se detallen las configuraciones, electrodos y pruebas a realizar en el campo o el laboratorio, el equipo de medición con sus respectivos certificados de calibración y los casos a simular en el cálculo computacional que modela el problema de la puesta a tierra bajo transitorios en

transformadores de distribución y circuitos secundarios y su comprobación experimental (programa EMTP u otro similar).

Los resultados y recomendaciones de este trabajo, se utilizarán en sucesivas actividades y demás subproyectos, tanto en la parte de cálculo computacional como experimental.

Un esquema de las condiciones de ejecución del proyecto y sus resultados esperados se presentan en el Anexo 2.

2.3.4. Análisis a Baja Tensión de los Impulsos en Transformadores de Distribución (Subproyecto 2)

Esta actividad consiste en el estudio del efecto y severidad de los impulsos transferidos al devanado secundario del transformador por la presencia de impulsos de alta tensión en el devanado primario del transformador, empleando para ello, señales de baja tensión.

Para la generación de estos impulsos se requiere la utilización de un equipo generador de impulsos recurrentes (Recurrent Surge Generator) y la consideración de los diseños de fabricación de transformadores en Colombia más representativos para el estudio de este fenómeno; los demás parámetros, tales como puesta a tierra, etc., deberán ser, hasta donde se permita, los más representativos de las condiciones reales del servicio de estos equipos. Para la corroboración de las mediciones efectuadas en el laboratorio, se debe realizar un cálculo teórico de la magnitud de dichas sobretensiones usando los métodos apropiados. Esta última actividad debe ser acordada con el COORDINADOR o ejecutada por éste.

La finalidad de este proyecto es definir los aspectos críticos relacionados con los impulsos transferidos, los que se evaluarán con mayor detenimiento en las pruebas de alta tensión. El proyecto debe complementar y correlacionar los resultados de las pruebas del laboratorio de alta tensión.

Un esquema de las condiciones de ejecución del proyecto y los resultados esperados se presentan en el Anexo 2.

2.3.5. Mediciones de Impulso de Tensión en el Laboratorio de Alta Tensión (Subproyectos 3 y 4)

Los trabajos aquí planteados constituyen los denominados "Subproyectos 3 y 4", los cuales consisten en la recopilación y análisis de información técnica sobre el tema, la definición de la metodología para las pruebas y en común acuerdo con el COORDINADOR e ISA, la definición del Plan Final de Pruebas y el Plan de Muestreo de Transformadores (Lote 1 y Lote 2), que

permita racionalmente obtener los resultados deseados. Son propósitos de estos subproyectos, los siguientes:

- En primer lugar, se examinará el comportamiento de los diferentes diseños de transformadores y fabricantes utilizados en Colombia bajo la condición de transitorio por descarga atmosférica, mediante la aplicación de impulsos de tensión en el laboratorio de alta tensión. Se utilizará para ello transformadores monofásicos y trifásicos cuyos arreglos en los devanados y/o núcleos varíen las capacitancias mutuas (tipo apilado, galleta, enrollado, shell, core, entrelazados, etc.); los impulsos tendrán diferente polaridad, forma de onda y magnitud suficiente, tal que evite daños permanentes en los objetos de prueba y permita analizar los diseños empleados en Colombia. En esta parte del proyecto también se medirá la capacitancia primario-tierra, secundario-tierra y entre primario y secundario, para aquellos diseños sobre los cuales no se disponga tal información.

- En segundo lugar, se evaluará la función del pararrayos y el efecto de la onda recortada transferida al secundario de los transformadores. Para esto se aplicarán impulsos de tensión sobre una muestra representativa de transformadores, se evaluarán varios tipos de pararrayos y explosores, diferentes puntos de localización del pararrayos y diferentes configuraciones y electrodos de puesta a tierra del conjunto transformador-pararrayos, con el objeto de encontrar la combinación y arreglo de elementos que satisfaga más adecuadamente el problema de las sobretensiones por origen atmosférico.

Para la definición de la configuración y electrodos de puesta a tierra puede resultar conveniente el utilizar los resultados del Subproyecto 1. Todos los detalles relacionados con objetos de prueba, tipo y localización del pararrayos, circuitos de prueba y reporte de resultados, deberán ser acordados entre la universidad y el coordinador.

- Finalmente, en caso de que la universidad disponga de una línea experimental que simule el circuito secundario rural, en su laboratorio de alta tensión, se utilizará el arreglo anterior (transformador, protecciones y puesta a tierra), adicionando la impedancia del circuito secundario y la puesta a tierra en usuario final y se aplicarán impulsos de tensión en el lado primario para evaluar la magnitud de los impulsos transferidos en bornes del usuario final (rural).

Un esquema de las condiciones de ejecución del proyecto y los resultados esperados se presentan en el Anexo 1.

2.3.6. Mediciones de Impulso de Corriente (Subproyecto 5)

Este subproyecto consiste en la utilización del generador de impulso de corriente para inyectar ondas de impulso de corriente de diferente forma de onda y magnitud a un circuito conformado por el conjunto pararrayos-cortacircuitos-fusibles-transformador-puesta a tierra en el transformador. En este estudio se deben emplear las soluciones o recomendaciones planteadas en el subproyecto 1, 2 y 3 y las configuraciones actualmente utilizadas por las empresas de energía para posibilitar las comparaciones respectivas.

El propósito final es medir la severidad de los impulsos transferidos en el secundario, midiendo la magnitud del impulso que se presenta en bornes del secundario del transformador como función del arreglo capacitivo de varios diseños del transformador, configuración de las protecciones utilizadas y arreglo empleado en la puesta a tierra del mismo.

Para los diferentes subproyectos la definición del circuito de prueba, objetos de prueba, mediciones, precisión y calibración de los equipos de prueba, metodología de la prueba, metodología de evaluación y reporte de resultados será acordada entre la universidad, el Coordinador e ISA.

Un esquema de las condiciones de ejecución del proyecto y los resultados esperados se presentan en el Anexo 1.

2.3.7. Cálculo Teórico y Análisis de Transitorios Electromagnéticos (Subproyecto 6)

Este subproyecto debe permitir la modelación teórica del problema de los impulsos transferidos, tanto en el secundario del transformador como en el sistema (usuario final) utilizando técnicas para el cálculo de transitorios tales como el EMTP, diagramas de Lattice, etc.

Se deben definir apropiadamente las variables de entrada y las variables susceptibles de control (impedancias, capacitancias, parámetros de construcción del transformador, puestas a tierra, etc.) y se deben modelar los principales componentes del sistema en cuestión (transformador, pararrayos, circuito secundario, etc.) tal que se obtenga información complementaria a las pruebas de modelo a baja tensión y a las pruebas de alta tensión y se correlacionen los resultados obtenidos experimental y teóricamente.

En cualquier caso, el modelo a utilizar, la representación del sistema, las simulaciones y casos a considerar serán puestos a consideración del Coordinador e ISA, y podrán incluir aspectos

relacionados con las actividades o subproyectos que comprenden estos trabajos. El COORDINADOR apoyará la ejecución o realizará la parte computacional que se requiera en cada subproyecto.

2.3.8. Coordinación de los Trabajos

El consultor seleccionado por ISA efectuará la labor de COORDINACION y orientación de los diferentes subproyectos o actividades, siendo su responsabilidad la supervisión de los mismos para el logro de los objetivos del proyecto y la aplicabilidad de los resultados a nivel de las empresas de distribución de energía eléctrica en el país. En tal sentido evaluará y juzgará la contribución real de cada subproyecto a los objetivos y finalidad del proyecto, pudiendo entonces modificar su alcance o eliminar su ejecución, previa consulta con ISA. En principio se considera la siguiente distribución de los trabajos:

- Subproyecto 1: Puestas a Tierra bajo condición transitoria - Universidad 1
- Subproyecto 2.: Análisis de impulsos a baja tensión - Universidad 2
- Subproyecto 3: Mediciones de impulso de tensión a alta tensión - Lote 1 - Universidad 3
- Subproyecto 4: Mediciones de impulso de tensión a alta tensión - Lote 2 - Universidad 4
- Subproyecto 5: Mediciones de impulso de corriente - Universidad 5
- Subproyecto 6: Cálculo y Análisis de transitorios electromagnéticos - COORDINADOR
- Subproyecto 7: Línea Experimental Fases 1 y 2. Universidad 6

2.3.9. Plan de Muestreo (Preliminar)

Con algunos expertos del Sector Eléctrico y consultoría se han definido, en primera instancia, los siguientes tipos de transformadores para adelantar el programa de pruebas de impulsos a baja tensión. Las características de las muestras que se utilizarán para las pruebas de impulsos a alta tensión se deben definir de acuerdo con criterios de complejidad del ensayo, tiempo de ejecución, costo y otras restricciones de carácter técnico y económico.

Impulsos a Baja Tensión

Fabricante 1 y 2

- Transformador monofásico acorazado
 - . Alta tensión adentro
 - . Bobina concéntrica (alta tensión afuera, baja tensión en sandwich)
- Transformador monofásico de núcleo apilado
 - . Alta tensión adentro
 - . Bobina concéntrica (alta tensión adentro, baja tensión en sandwich)
- Transformador monofásico del tipo enrollado
 - . Alta tensión adentro
 - . Bobina concéntrica (alta tensión adentro, baja tensión en sandwich)

Total transformadores monofásicos (15 KVA, tensión 13.2 kV/7.6 kV): 9 unidades por fabricante

- Transformador trifásico del tipo enrollado, bobina concéntrica
 - . Alta tensión adentro
 - . Alta tensión afuera
 - . Baja tensión en sandwich

- Transformador trifásico del tipo apilado, bobina concéntrica
 - . Alta tensión adentro
 - . Alta tensión afuera
 - . Baja tensión en sandwich

Total transformadores trifásicos (15 KVA, tensión 13.2 kV/7.6 kV): 6 unidades por fabricante.

Capacidad de prueba (3 meses): 18 transformadores monofásicos y 9 transformadores trifásicos.

Impulsos a Alta Tensión

En principio se han considerado 32 transformadores del tipo monofásico y trifásico. Se considera también muy representativo ensayar transformadores de diseños antiguos pero que se encuentran en fase de operación.

2.3.10. Ajustes e Informe Final

La validez de los resultados del modelo y mediciones de laboratorio deberán ser sustentados y verificados por cada responsable de subproyecto, introduciendo los ajustes necesarios, indicados por el COORDINADOR tal que satisfagan los requerimientos de las Empresas del Sector Eléctrico antes de la entrega final de los reportes de cada subproyecto.

El informe final contendrá una descripción de la metodología del estudio, la sustentación del procedimiento de trabajo que estará a cargo del COORDINADOR, además de la presentación de reportes de laboratorio, fotografías, programas de computador y su manual de usuario con las conclusiones y recomendaciones encaminadas a reducir el número de fallas en transformadores de distribución y riesgos en circuitos secundarios rurales por impulsos transferidos, modificaciones a las especificaciones técnicas unificadas del Sector en el tema de transformadores de distribución, recomendaciones para las áreas de diseño, operación y mantenimiento de las empresas de distribución de energía, sugerencias para los fabricantes en caso de requerirse (apantallamiento o medios para anular la transmisión capacitiva de la sobretensión en el lado secundario), orientaciones adicionales para la ejecución de trabajos complementarios en el tema.

Para el logro del informe final que preparará el COORDINADOR, las universidades que ejecuten los subproyectos entregarán los resultados y reportes finales tal que faciliten la labor de integración y preparación del documento cuyos resultados se aplicarán, previa aprobación del Sector Eléctrico, a nivel nacional.

2.3.10. Instrumentación Línea Experimental (Subproyecto 7)

En una primera fase se realizará una inspección visual de 3 circuitos identificados en Sasaima (Cundinamarca), Don Matías (Antioquia) y Jamundí (Valle) y se instalará la instrumentación básica en uno o varios de ellos.

En la fase II y una vez se concluyan los diferentes subproyectos, se implementarán las recomendaciones y soluciones obtenidas en el campo y se instrumentarán los circuitos ya mencionados para la toma de mediciones en forma periódica. La observación en el campo pretende evaluar la bondad técnica y efectividad de las

soluciones planteadas para poder formular la alternativa más adecuada desde el punto de vista técnico y económico para su aplicación y normalización en los circuitos rurales de todo el país. La confiabilidad y calidad de algunas mediciones depende de la disponibilidad en el país de equipo de medición y registro de transitorios u otros equivalentes.

2.3.11. Reporte Final de Campo

En caso de modificaciones a las soluciones planteadas en el informe final, se elaborará un reporte con los resultados de la instrumentación de la línea experimental que complementará o ajustará las recomendaciones inicialmente planteados con la sustentación correspondiente.

2.4. Diagramas de Insumos y Resultados Esperados en Estudios de la Parte Experimental

En el anexo 2 se presenta esquemáticamente las principales variables de entrada y parámetros de salida o resultados esperados en cada uno de los subproyectos de la parte experimental. En la parte central se describe las condiciones principales que rodean la ejecución de los ensayos, en la parte inferior se destaca los principales equipos de prueba y medición requeridos por subproyecto.

2.5. Organización del Proyecto

En el anexo 1 se presentan esquemas de la organización funcional que podría tener el proyecto completo y cada una de los subproyectos en que se dividiría.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

INTERCONEXION ELECTRICA S. A.

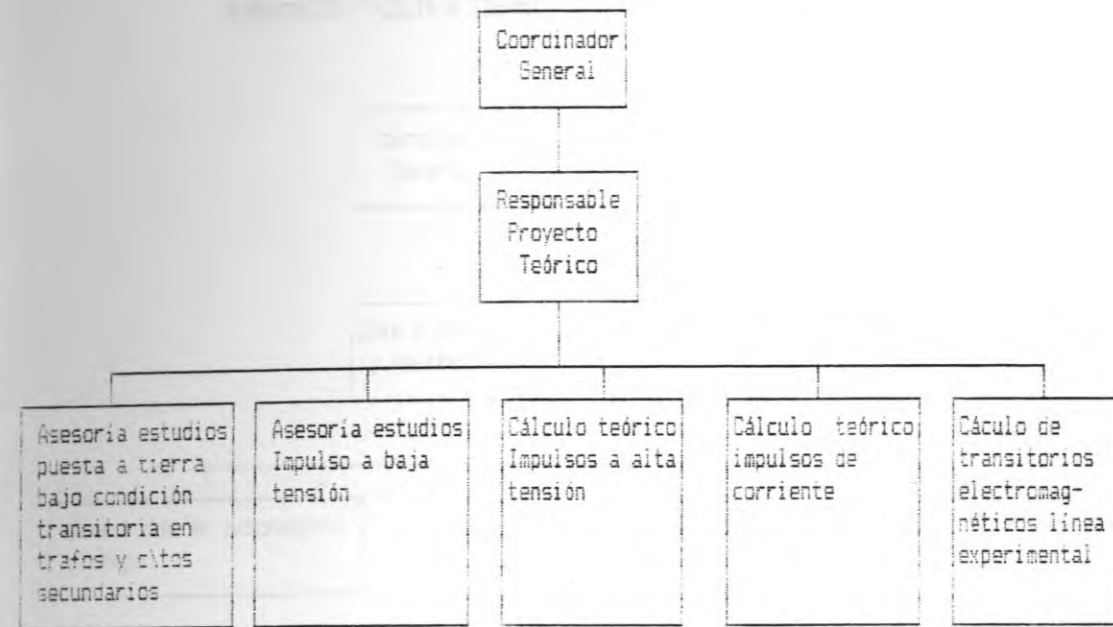
LUIS FERNANDO VERGARA MUNARRIS
Ministro

PEDRO JAVIER SOTO SIERRA
Gerente General

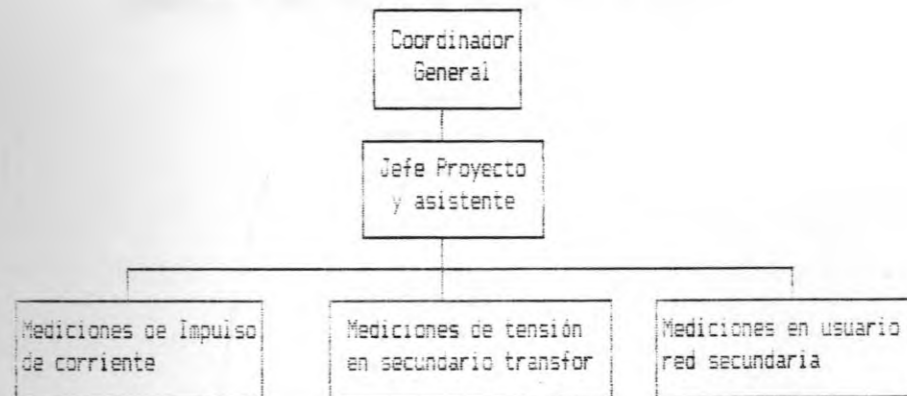
EFFECTOS DE LAS SOBRETENSIONES POR IMPULSOS TRANSFERIDOS EN TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION Y CIRCUITOS SECUNDARIOS

ACTIVIDAD	TIEMPO DE DURACION												RECURSOS												ENTIDADES				CO OR DI		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOT	U.1	U.3		U.4	U.2
1. Recopilación de la información	X	X												0.5	0.5											1.0					1.0
2. Análisis de la información básica			X													1.0										1.0					1.0
3. Plan definitivo de prueba	X	X	X	X										0.5	0.5	0.5	0.5									2.0					2.0
4. Definición teórica experimental de puesta a tierra bajo condición transitoria				X	X	X										0.5	0.5	0.5								1.5	1.5				
5. Pruebas de impulso de tensión a baja tensión (Generador recurrente de impuls)					X	X	X										1.0	1.0	1.0							3.0				1.0	
6. Pruebas de impulsos de tensión sobre lote 1 de transformadores, protección y puesta a tierra (incluye circuito rural y usuario final)							X	X	X										0.5	1.0	1.0					2.5	2.5				
7. Pruebas de impulso de tensión sobre lote 2 de transformadores, protección y puesta a tierra.							X	X	X										0.5	1.0	1.0					2.5		2.5			
8. Pruebas de impulso de corriente									X													1.0				1.0				1.0	
9. Cálculo teórico y análisis de EMPT			X	X	X	X	X	X	X							0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5				3.5				3.5	
10. Rec. e informe final										X	X												0.5	0.5		1.0					1.0
11. Coordinación de los traba.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.4					1.2
12. Instrumentación línea experimental con solución encontrada: - A corto plazo - A largo plazo							X	X	X												0.5	0.5	0.5			1.5					
13. Ajustes y reporte final de campo										X	X												0.5	0.5		1.0				1.0	
TOTAL																										23.9	1.5	2.5	2.5	6.5	6.2

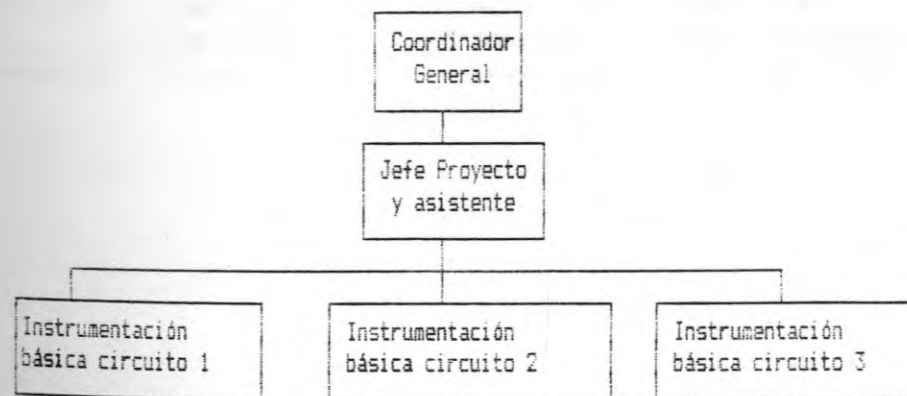
SUBPROYECTO "CALCULO DE TRANSITORIOS ELECTROMAGNETICOS"



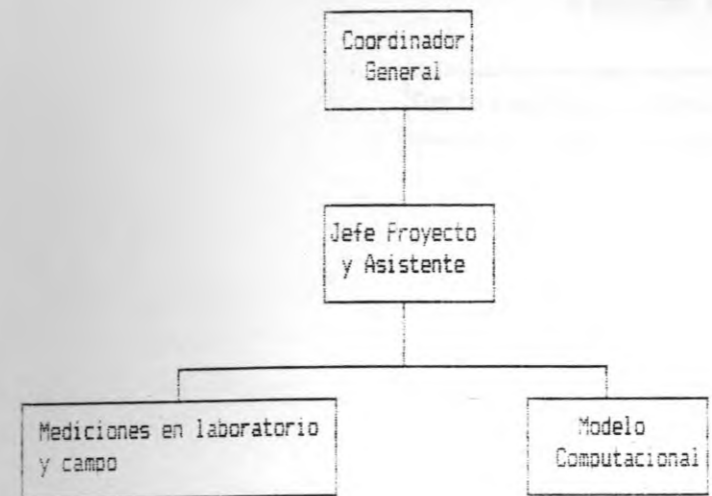
SUBPROYECTO "IMPULSOS DE CORRIENTE "



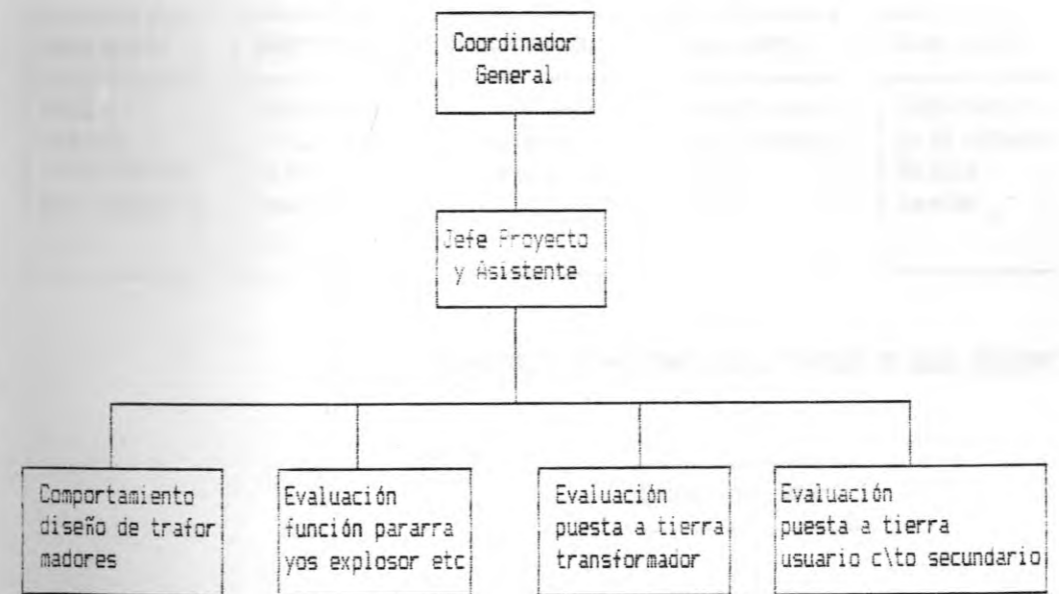
SUBPROYECTO "LINEA EXPERIMENTAL "



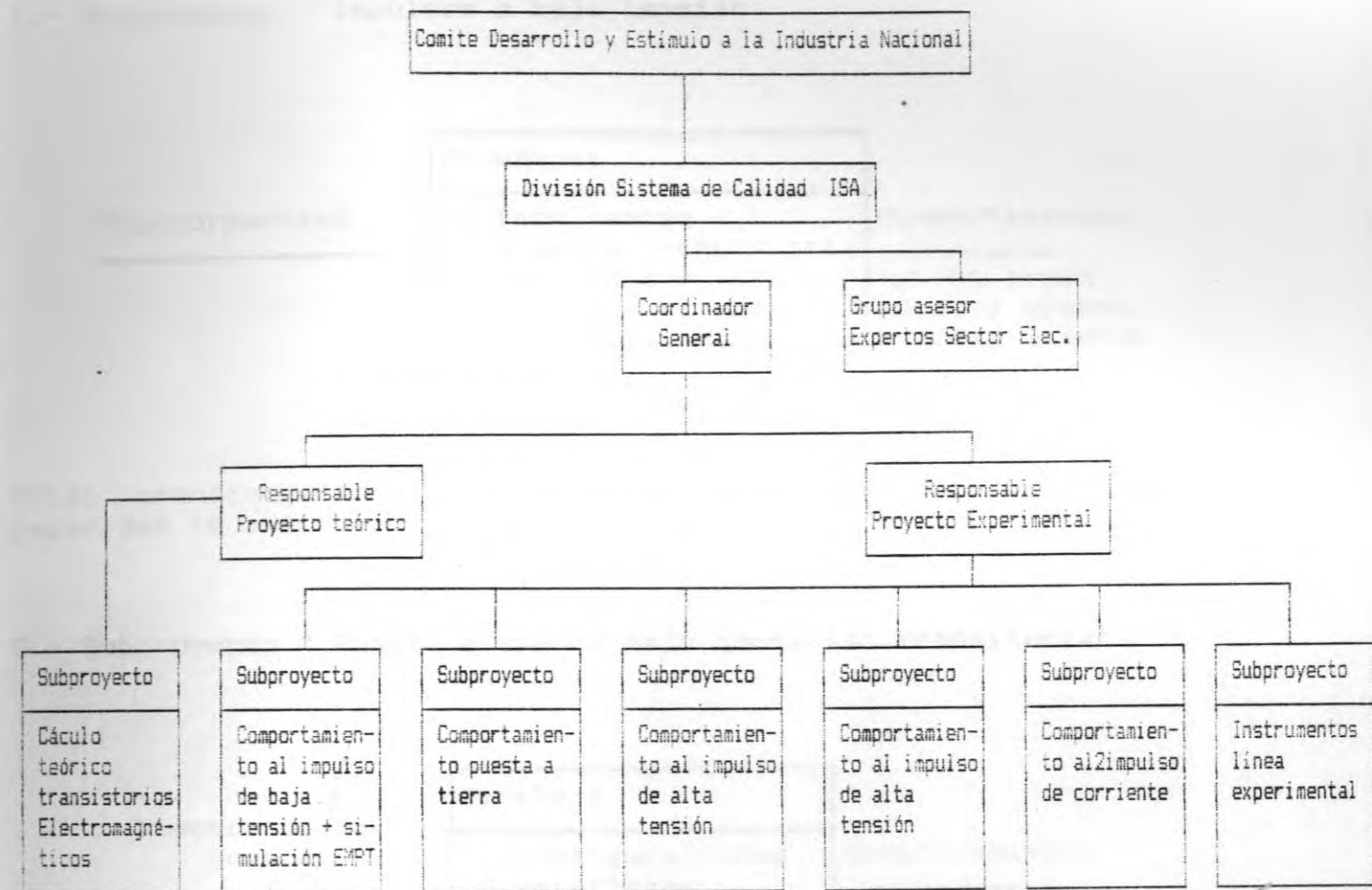
SUBPROYECTO "PUESTA A TIERRA"



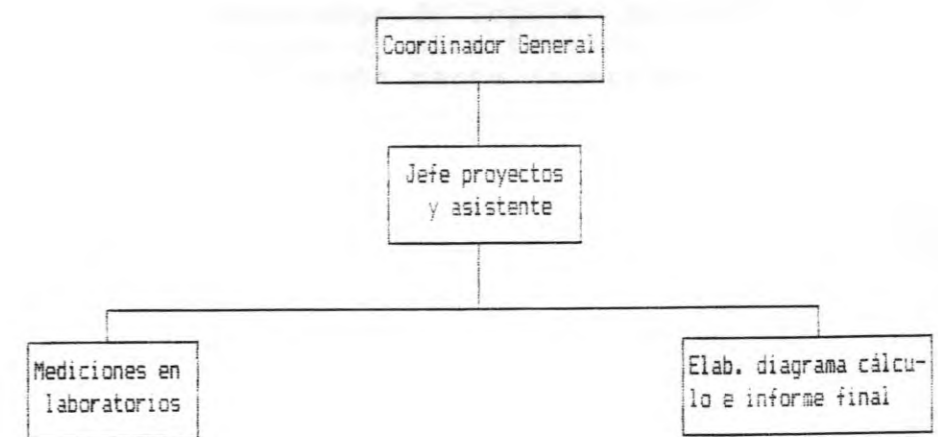
SUBPROYECTO "COMPORTAMIENTO AL IMPULSO EN ALTA TENSION"



PROYECTO "IMPULSOS TRANFERIDOS EN TRASFORMADORES DE DISTRIBUCION Y CIRCUITOS SECUNDARIOS"



SUBPROYECTO "COMPORTAMIENTO AL IMPULSO DE BAJA TENSION"



PROYECTO:

IMPULSOS TRANFERIDOS EN TRANSFORMADORES DE
DISTRIBUCION Y CIRCUITOS SECUNDARIOS,
PARAMETROS Y VARIABLES -PARTE EXPERIMENTAL DE
SUBPROYECTOS

1.- Subproyecto " Impulsos a baja tensión

Transformadores

Prueba a:

.2 fabricantes
.2 diseños (mono y tri)
.2 capacidades (kVA)
.1 puesta a tierra

Comportamiento
Óptimo trafo
rural y urbano
a dife. diseños

"Generador de impulsos recurrentes"

Total transformadores = 27 (diferentes fabricantes), una
capacidad 15 kVA. bajo prueba.

2.- Subproyecto " Puesta a tierra bajo condición transitoria"

Electrodos de
puesta

Prueba a:

.2 configuraciones
.2 materiales
.2 dimensiones con
Ø diferentes
.2 tipos de bajantes

Comportamiento
Óptimo puesta a
tierra

"Tanque electrolítico y/o"
"Generador de impulso portátil"
"Prueba de alta tensión"
"Ejecución parte experimental"

3.- Subproyecto "Impulso de alta tensión"

A) Trafo recomendados en

subproyecto 1

Prueba a:
.2 diseños
.1 fabricante
.1 capacidad 15kVA
.1 tipo mono o trifásico
. puesta a tierra fija

Diseño óptimo

transformador rural y urbano

"Pruebas de alta tensión"

Total transformadores ----- (diferentes fabricantes), con capacidad ----- kVA

B) Pararrayos

Diseño óptimo trafo
.2 tipos de pararrayos
.2 localización pararrayos
.4 capacidades trafos
.1 tipo mono o trifásico
. puesta a tierra fija

Selección

óptima pararrayos

"Pruebas de alta tensión, se mide el impulso transferido utilizando el transformador"

C)

Puesta a tierra
en el trnsfor.

Diseño óptimo trafo
pararrayos óptimo
Localización óptima
pararrayos
Pruebas a:
.2 electrodos
.2 configuracionese de
la puesta a tierra
.4 capacidades trafo
.1 tipo trafo mono o
trifásico

Selección y
configura-
ción óptima
puesta a
tierra en
transfor

"Pruebas de alta tensión, se mide el impulso transferido utilizando montaje lo más real posible"

4.- Subproyecto "Impulso de Corriente"

Impulso de Corriente
de 2 a 5 KA 8/20 μ seg

Diseño óptimo trafo
pararrayos óptimo
Localización óptima
pararrayos
configuración óptima
puesta a tierra fija
Pruebas a:

Recomendación
Se mide la ten-
sión transferi-
da en el secun-
dario

Un transformador mono-
fásico

"Pruebas de alta tensión"

5.- Subproyecto "Linea experimental"

Instalar antena de
campo eléctrico,
de rayos, cintas de
corriente.

Condiciones de diseño
más reales, de acuerdo
a valores de campo
ajustados a la zona de
estudio
Pruebas a:

Recomendación
medir densidad
de rayos por tor-
menta, cantidad
de rayos por tor-
menta, verifica-
ción parcial de
resultados obte-
nidos en subpro-
yectos.

1. circuito rural ope--
rando en condición de
vacío en 20 km mínimo

Efectos de las sobretensiones por impulsos
atmosfericos transferidos en transformadores
de distribución y circuitos secundarios
Interconexión Electrica S.A.

333.914 I611e Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA

FECHA