

NACIONES UNIDAS

COMISION ECONOMICA
PARA AMERICA LATINA
Y EL CARIBE - CEPAL



Distr.
RESTRINGIDA
LC/MEX/R.24
20 de enero de 1986
ORIGINAL: ESPAÑOL



SOLICITUD DE COOPERACION TECNICA (CT/INTRA) DE NICARAGUA SOBRE
ADiestRAMIENTO TEORICO-PRACTICO EN TECNICAS DE ANALISIS DE
SISTEMAS ELECTRICOS DE PAISES EN DESARROLLO

(Versión preliminar)

INDICE

	<u>Página</u>
Presentación	1
1. Institución solicitante	2
2. Descripción de la operación	3
a) Adiestramiento teórico-práctico en técnicas de análisis adecuadas para sistemas eléctricos de países en vías de desarrollo	3
b) Temas propuestos	3
c) Descripción detallada de la operación	5
d) Participantes	7
e) Relación con otros proyectos	7
f) Justificación	9

PRESENTACION

En este documento se presenta al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) una solicitud de cooperación técnica. Esta, del Instituto Nicaragüense de Energía (INE), de Nicaragua, consiste en el adiestramiento teórico-práctico, en tres etapas, de un grupo de sus profesionales en técnicas de análisis de sistemas eléctricos débiles o longitudinales de países en desarrollo.

Se considera que la experiencia que ha acumulado la Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México en ese campo podría ampliar y complementar el conocimiento de los profesionales del INE que tienen a su cargo las tareas de análisis necesarias para la planificación y operación del sistema eléctrico de Nicaragua. Se propone, por lo tanto, que sea la CFE el organismo que proporcione la cooperación mencionada.

La solicitud se ubica dentro de la iniciativa del BID de fomentar la colaboración entre los Estados latinoamericanos miembros de esa institución mediante el Programa de Cooperación Técnica Intrarregional, también conocido como CT/INTRA.

1. Institución solicitante

a) (Nombre y dirección de la empresa)

b) Descripción de objetivos, funciones y estructura del

(Deberá redactarlo cada empresa)

2. Descripción de la operación

a) Adiestramiento teórico-práctico en técnicas de análisis adecuadas para sistemas eléctricos de países en vías de desarrollo

Objetivos

i) Conocer las bases conceptuales y analíticas de esquemas adecuados para mejorar la utilización de redes de transmisión de potencia eléctrica de países en vías de desarrollo tales como capacitores serie, compensadores estáticos de vars y controles discretos suplementarios. Efectuar análisis de aplicaciones específicas, mediante simulación digital, al sistema eléctrico del INE. Establecer, conjuntamente entre expositores y participantes, las especificaciones preliminares de un modelo digital para estudios del desarrollo de la red de transmisión, con base en un modelo de la CFE.

ii) Transmitir a los participantes del INE el conocimiento tecnológico específico de sistemas eléctricos longitudinales desarrollado en la CFE mediante análisis: de fallas, de flujos de potencia, de sensibilidad y de contingencias en estado estable. Realizar análisis de casos reales, actuales o futuros del sistema eléctrico del INE mediante simulación digital.

iii) Definir conceptual y analíticamente el problema de control del voltaje -típico de sistemas longitudinales- con énfasis en la determinación de límites de transmisión (cargabilidad), influencia de los reactivos en la cargabilidad y en la estabilidad de sistemas eléctricos y en criterios para una mejor utilización de las fuentes de potencia reactiva. Realizar análisis de casos reales, mediante simulación digital, sobre la base del sistema eléctrico del INE para afianzar conceptos.

iv) A lo largo de la cooperación, establecer una efectiva interacción planificación-operación a nivel nacional y promover la integración eléctrica regional mediante una estrecha coordinación y coparticipación con profesionales de los otros países de la región, en su caso.

b) Temas propuestos

La cooperación técnica trata, en términos generales, tópicos de análisis de sistemas eléctricos en estado estable. Se propone organizar

la cooperación en las siguientes tres etapas: i) estudios de redes de transmisión; ii) análisis de sistemas eléctricos, y iii) control de voltaje y potencia reactiva, con duración de una, dos y dos semanas, respectivamente.

Se tiene conocimiento de que la Comisión Federal de Electricidad ha desarrollado un simulador digital, el cual está instalado en una computadora digital-dedicada en el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE). Dicho simulador está orientado a facilitar el análisis en estado estable y dinámico de sistemas eléctricos débiles o longitudinales. La solicitud consiste en que la CFE permita la utilización del simulador mencionado para aplicaciones al sistema eléctrico del INE.

Se considera que los ejercicios de simulación aislados, si bien útiles, no dejarían de ser casos de estudio puntual, y el INE tiene sumo interés en que mediante la cooperación se logre un adiestramiento de su personal lo más completo posible. Por ello se propone que la cooperación incluya una transferencia organizada de conocimientos mediante sesiones de exposición preparadas con suficiente anticipación, incluyendo la elaboración de material didáctico y casos de aplicación ad hoc basados en el propio sistema eléctrico del INE. Es importante entonces la asignación oportuna de expositores y la coordinación de actividades académicas y de apoyo logístico. A este respecto, la Subsección en México de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha aceptado ya hacerse cargo de la coordinación académica, de las actividades de apoyo (reproducción de material, etc.) y de efectuar las gestiones necesarias ante la CFE y el BID con el objeto de afinar detalles para la realización de la CT/INTRA en consideración.

Los participantes del INE, por su parte, dedicarían tiempo completo a su adiestramiento y pondrían su mejor empeño para asimilar la mayor cantidad de conocimientos y experiencias.

La justificación de dividir la cooperación en tres etapas se sustenta en los siguientes argumentos: i) se requiere preparar el material de exposición y aplicación ad hoc; ii) los participantes son los responsables de las actividades técnicas de planificación y operación en su

empresa y estas tareas no pueden ser desatendidas por períodos muy prolongados; iii) habría que usar en forma intensiva -por las tardes- el simulador de la CFE, y se tiene conocimiento que la Comisión, por su parte, tiene programadas actividades de capacitación para su personal, lo que le impediría prescindir de dicho recurso por períodos mayores de dos semanas, y iv) por lo intenso del adiestramiento, y para lograr el máximo aprovechamiento de los participantes, no se recomiendan intervalos mayores de dos semanas.

c) Descripción detallada de la operación

Los sistemas de energía eléctrica con una estructura débil están expuestos continuamente a situaciones de disturbio para las que es necesario tomar decisiones en operación y planificación a fin de mejorar su seguridad operativa actual o futura. La evaluación de la seguridad en un sistema débil de energía eléctrica debe realizarse con un enfoque global a manera de obtener el comportamiento real del sistema ante perturbaciones y determinar las limitaciones para operar con un margen de seguridad aceptable. En general, se deberá evaluar el comportamiento dinámico y en estado estable del sistema eléctrico ante contingencias. El análisis preventivo es una actividad necesaria e importante que debe efectuarse en forma sistemática en la planificación y la operación con el propósito de anticipar los efectos de contingencias y determinar los refuerzos requeridos por la red, diseñar controles suplementarios o definir maniobras operativas, todo con el fin de reducir la inseguridad del sistema eléctrico futuro o actual.

En el caso de los sistemas eléctricos nacionales, y primordialmente en los interconectados del Istmo Centroamericano, su estructura longitudinal los hace especialmente sensibles a problemas de voltaje y estabilidad transitoria y dinámica. A fin de seguir estimulando la planificación y operación integrada de los sistemas eléctricos del Istmo, es preciso que el personal técnico de operación y planificación de dichos sistemas comprenda fenómenos complejos para poder seleccionar las mejores alternativas de solución a problemas de diseño y operación, así como para utilizar más eficientemente los recursos de generación-transmisión. En el caso general, la preparación técnica del personal de operación y planificación

y su conocimiento del sistema de potencia son de gran importancia para concretar las medidas de seguridad de éste. Las herramientas de computación para respaldar las decisiones en planificación y operación constituyen un requerimiento básico para la determinación de acciones preventivas en el sistema y su complemento ideal es la capacitación técnica del personal profesional que permita tomar decisiones correctas en los momentos apropiados. La capacitación del personal es un proceso que debe evolucionar con el desarrollo de los sistemas, ya que generalmente los problemas y sus causas cambian con el crecimiento y la integración de los mismos. Los sistemas eléctricos de América Central son típicamente longitudinales, y al interconectarse los de dos o más países se vuelven más pronunciadas las características distintivas de sistemas eléctricos longitudinales.

Con base en las premisas anteriores, el personal profesional, de planificación y operación del INE deberá abordar análisis de seguridad en estado estable y dinámico con miras a mejorar la operación y la planificación, teniendo en cuenta las características reales del sistema eléctrico nacional, propias de sistemas eléctricos de países en vías de desarrollo. Conscientes de lo extenso que resultaría cubrir el estado estable y dinámico en una sola operación, se propone que ésta comprenda únicamente tópicos relacionados con estado estable y con uno de los problemas relevantes de sistemas débiles: el control del voltaje y el balance de la potencia reactiva.

Adicionalmente, y como se justificó en el punto anterior, se propone subdividir la operación en tres etapas: la primera, con duración de una semana, cubriría elementos de estudios de transmisión tales como esquemas de compensación -capacitores serie, compensadores estáticos de vars (CEV's), etc.- y en general aspectos técnicos para reforzar redes de transmisión de sistemas eléctricos débiles. La segunda etapa duraría dos semanas y se centraría en tópicos de análisis de sistemas de energía eléctrica en estado estable, destacando las características eléctricas de sistemas longitudinales; entre los tópicos sugeridos cabe mencionar los de fallas, flujos de potencia, sensibilidad, cargabilidad y evaluación de seguridad en estado estable. Por último, la tercera etapa, que también comprendería dos semanas, podría cubrir temas relacionados con el control del voltaje en sistemas eléctricos de países en desarrollo; entre ellos

podrían sugerirse: métodos para determinar experimentalmente la curva de capacidad de generadores, la relación entre el suministro de reactivos y la cargabilidad de redes de transmisión, sistemas de excitación, técnicas para soporte de voltaje en sistemas eléctricos débiles, la relación soporte de voltaje-estabilidad, coordinación de la utilización de los recursos de reactivos, etc. Como una característica general de las tres etapas se incluiría la parte práctica mediante la utilización del equipo de computación y los modelos digitales de que dispone la CFE, sobre la base de los datos del sistema eléctrico del INE.

d) Participantes

Los profesionales que participarían en el adiestramiento tienen a su cargo las tareas técnicas sustantivas de la operación y planificación del sistema eléctrico nacional; conocen, por lo tanto, las características del sistema eléctrico y los problemas para su planificación y operación.

Dada la importancia que representa para el INE la transferencia de conocimientos y experiencias que se obtendrían de esta cooperación, el personal se seleccionó teniendo presente lo siguiente: i) que tenga experiencia; ii) que ocupe un puesto en la empresa que le permita promover la aplicación de los conocimientos adquiridos de mayor utilidad para la empresa, y iii) que tenga capacidad de estudio y de preferencia facilidad de exposición para que se torne en elemento multiplicador e imparta a su vez capacitación a otros profesionales del INE.

Con miras a lograr el aprovechamiento máximo de esta CT/INTRA, tanto el INE como los participantes aceptan que al finalizar cada etapa de la cooperación se realice una evaluación técnica.

En el anexo se presenta la historia personal de los profesionales seleccionados. Conviene destacar que para cada etapa de la cooperación participarían profesionales tanto del área de planificación como de la de operación.

e) Relación con otros proyectos

La solicitud de cooperación técnica planteada en este documento tiene relación con el Programa de estudios sobre el subsector eléctrico del Istmo Centroamericano (PARSEICA) que se está gestionando como una

solicitud de asistencia técnica no reembolsable ante el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). El programa comprende un conjunto de actividades reunidas en dos componentes estrechamente relacionados:

i) la operación mejorada de los sistemas eléctricos interconectados a nivel nacional, subregional y/o regional, según el caso, y ii) la planificación del desarrollo eléctrico.

El propósito fundamental de los trabajos que constituyen el PARSEICA es lograr una mejor operación y un desarrollo más integrado de los sistemas eléctricos interconectados de la región. Para ello se transferirá metodología uniforme a los seis países -incluyendo equipo de cómputo y software de operación y planificación- adecuada a las características de los sistemas eléctricos de los países del Istmo. Dicha metodología será aplicada por el personal profesional de las empresas eléctricas, con el apoyo de expertos y consultores del PARSEICA, para mejorar la operación y generar planes de desarrollo nacionales alternos con miras a una mayor integración regional del subsector eléctrico y a contar con personal profesional capacitado en las dos especialidades mencionadas.

La definición de los componentes y los resultados pretendidos de cada uno de ellos se ha elaborado con la participación activa y directa de los responsables de la operación y planificación de los sistemas nacionales interconectados de las seis empresas del Istmo Centroamericano. Los resultados esperados para cada componente tienen como premisa fundamental lograr la mayor transferencia de conocimientos técnicos y experiencias calificadas para complementar y fortalecer la capacidad técnica de las empresas beneficiarias. Con el fin de realizar esta premisa, se ha establecido la necesidad de una participación sustantiva en todas las actividades del PARSEICA, de los profesionales técnicos de las empresas, incluidos los jefes de las oficinas respectivas que normalmente realizan las actividades involucradas en dicho Programa. Con ello se busca que como resultado global las empresas sean autosuficientes para elaborar estudios y análisis sobre seguridad operativa, planeamiento operativo y elaboración de planes de expansión de sus sistemas eléctricos nacionales e interconectados a nivel subregional y regional.

El INE considera que para lograr los máximos resultados del PARSEICA es muy recomendable que su personal profesional adquiriera las bases conceptuales y analíticas de la metodología de operación y planificación que incluirá el PARSEICA.

f) Justificación

En la aplicación de modelos para la expansión y la operación de sistemas eléctricos, un aspecto básico para su utilización eficiente y efectiva es el conocimiento de las bases conceptuales y consideraciones empleadas en los desarrollos por el personal encargado de utilizar la metodología disponible. Es posible contar con una metodología basada en formulaciones matemáticas muy rigurosas pero con la cual el personal no está familiarizado, lo que puede dar lugar a desviaciones en su aplicación, rechazo en su utilización sistemática o incapacidad para adecuarla a los problemas particulares de la empresa.

Se puede afirmar que el éxito de la aplicación de una metodología reside en el conocimiento amplio y detallado que de ella tenga el personal profesional que la utiliza. De esta manera podrá aplicarla más efectivamente y adecuarla a la problemática particular de su sistema eléctrico. Resulta muy difícil en la práctica efectuar cambios metodológicos drásticos sin llevar a cabo en forma paralela un desarrollo gradual y ordenado en la capacitación del personal involucrado en la metodología y la aplicación de modelos para la planificación y operación del sistema de energía eléctrica. Sobre la base de este razonamiento, el INE considera necesario como primer paso mejorar la capacitación de sus profesionales de operación y planificación en aspectos conceptuales y bases metodológicas adecuadas a la peculiar problemática que presentan los sistemas eléctricos débiles. De esta manera se podrá mejorar su operación y planificación, principalmente cuando se busca la integración regional mediante el desarrollo de las interconexiones eléctricas.

Se considera normal que la metodología y enfoque apropiados para planificar y operar más racionalmente sistemas eléctricos longitudinales surja de países que tienen sistemas eléctricos con esas características. La experiencia y desarrollo de modelos de que al respecto se disponen en México resultan atractivos para el INE por tratarse de aplicaciones a

sistemas con características eléctricas semejantes. Para hacer más rica la cooperación se propone una cobertura más amplia; que ésta no se realice únicamente por medio de demostraciones, sino que incluya una exposición formal de los conceptos, una activa participación de los profesionales del INE mediante casos de estudio y análisis de problemas actuales o futuros del sistema eléctrico de Nicaragua y una estrecha interacción de personal de las dos especialidades: operación-planificación. Para afirmar los conocimientos adquiridos se recomienda incluir una evaluación técnica de los participantes.