



Sistemas HVDC

SESIÓN 1 :

Aspectos claves del diseño y especificación de sistemas HVDC

Junio 3, 10, 17, 24

Estudios previos e información mínima requerida para obtener ofertas vinculantes de un Sistema HVDC



Ing. Dipl. HENRY SMIT KINDERMANN

Universidad de los Andes – Universidad Técnica de Viena



Introducción

- El desafío y reto mayor en un proyecto HVDC y su éxito -, debido a su magnitud y complejidad - es lograr unas especificaciones genéricas y neutrales que permitan la elaboración de ofertas vinculantes a los participantes que sean comparables técnica y comercialmente y evitar diferentes interpretaciones, desviaciones de los términos o indefiniciones y puedan ser homologadas y elimineb opciones de reclamos posteriores de adicionales.
- Esto evita largas fases de rondas de aclaraciones que se pueden tornar interminables impactando fuertemente los compromisos de entrada en operación del proyecto.

0. Fases y sus Estudios

- 1. Estudios de Factibilidad
- 2. Estudios para la Planificación de la Especificación Técnica del proyecto – Elaboración de las especificaciones
- 3. Estudios durante la fase de preparación de la oferta - Diseño Básico
- 4. Estudios después de la adjudicación del contrato



Junio 3, 10, 17, 24

Sistemas HVDC

SESIÓN 1 :

Aspectos claves del diseño y especificación de sistemas HVDC

1. Estudios de Factibilidad

Un evento:



1. Estudios de Factibilidad

- Es un enlace o una red HVDC factible?
 - Identificar y cuantificar los beneficios que la interconexión HVDC aporta
 - Analizar las diversas opciones y seleccionar la de mejores resultados técnicos y económicos
 - Determinar los límites de transmisión para las varias opciones de interconexión antes distintas condiciones de operación y diferentes escenarios de intercambios
 - Formular los esquemas de intercambio y aspectos técnicos, financieros y legales para formalizar el enlace y su operación considerando los usuarios del enlace
 - Determinar costos, presupuestos y cronogramas para la construcción y puesta en servicio

1. Estudios de Factibilidad: Alcances

- Estudios técnicos para las redes a enlazar tanto estacionarios como dinámicos – Definición principales características – impacto en el sistema de potencia -
- Representación de distintos niveles de carga, comportamiento del sistema en operación normal y de contingencia: diversos escenarios y contingencias, horizonte de los estudios a mínimo 30 anos considerando planes de expansión
- Direcciones del flujo
- Previsiones de proyectos regionales o asociados que afecten el enlace
- Análisis económico en base a la vida útil esperada

2. Estudios para la Planificación de la Especificación Técnica del proyecto – Elaboración de Especificaciones

A ser elaboradas por el Consultor

2. Elaboración de Especificaciones

- Las especificaciones deben ser funcionales y permitir a los oferentes darles suficiente libertad para optimizar su solución y deberán cumplir con los criterios operativos y especificados mínimos requeridos (performance) que sean de carácter obligatorio.
- Los estudios e información a ser suministrada por el gobierno para lograr este nivel de especificación forman parte esencial de esta fase.

Modelos: Para el gobierno: una especificación con la línea y las estaciones convertidoras.

Para CONTRATISTAS preferible: dos especificaciones = dos contratos

Línea y Estaciones Convertidoras

Coordinación la asume el INVERSIONISTA:

Reto: Clara definición de responsabilidades y compromisos técnicos y legales

- Ventaja para el INVERSIONISTA: reducción de costos comparado con un solo contrato.

2.1 Contenido de la especificación

- Descripción de las Características Generales del Proyecto
 - Incluye: Condiciones ambientales y de referencia para el diseño de la solución
 - Características Principales y valores nominales / Disposición y orientación de las estaciones convertidoras / Esquemas operativos y sus secciones principales / Modos de operación / Características redes CA / Servicios auxiliares
- Alcance del suministro y de los trabajos
 - Incluye: Servicios dentro del marco de un proyecto llave en mano
 - Requerimientos a entregar con la oferta / Servicios de ingeniería y pruebas a ser incluidos eléctricos y civiles / Sistemas, materiales y equipos incluidos / Entrenamientos y pruebas para puestas en servicio
- Requerimientos de Performance
- Requerimientos de Diseño y Funcionales
 - confiabilidad y la disponibilidad

2.1 Contenido de la especificación

Otras Informaciones que debe estar en las especificaciones

- Limite de Intercambio de Potencia Reactiva entre las convertidoras
- Rangos de Voltajes en las estaciones AC.
- Rangos de frecuencia del sistema AC
- Máxima Corriente DC nominal
- Condiciones de Salidas de Filtros AC / Condensadores síncronos, si existen
- Datos del Sistema AC
 - Niveles de cortocircuito máximo y mínimo y circuitos equivalentes
- Datos requeridos para performance y demostración de “Fault-ride through”
 - descripción de escenarios de fallas en ambas redes AC
 - equivalente simplificado del sistema AC: incl. Niveles de cc mínimos, impedancias de las líneas y generadores, localización de las fallas y duración, condiciones de la carga
 - Para demostrar la recuperación del esquema completo del enlace

2.1 Contenido de la especificación

Otras Informaciones claves que debe estar en las especificaciones

- Resistencias de la línea /cable DC
- Potencia Nominal Requerida en el punto definido por la norma IEC.
- Temperatura máxima del ambiente y sistema de refrigeración redundante: si el valor nominal especificado es con o sin refrigeración redundante en servicio
- Máxima Corriente DC nominal:
 - para todos los modos de operación posibles
- Cargas mínimas / Corrientes DC mínimas
- Niveles de Voltaje DC requeridos para operación con tensión DC reducida
 - por ej. 80% de 600 kVdc = 480 kVdc
- Definición de Perdidas a ser Garantizadas del HVDC
- Puntos donde medir deben ser definidos muy claros en la especificación

2.2 Estudios para la Planificación de la Especificación Técnica del proyecto

Otras Informaciones claves que debe estar en las especificaciones

- Definición de Características de Sobrecarga Contractuales
 - Capacidad de Sobrecarga:
 - Capacidad de sobrecarga inherente: Corto tiempo / Continua
 - Capacidad de Sobrecarga adicional
 - Impacto en los costos
- Aplicaciones de la Sobrecarga
 - En operación bipolar: Sobrecarga posible en operación monopolar
- Funciones de estabilidad:
 - Amortiguación de oscilaciones, control de frecuencia, amortiguación sub-síncrona
- Definición de Concepto de Sobrecargas Dinámicas
 - Impactos en la vida útil de los componentes

2.2 Estudios para la Planificación de la Especificación Técnica del proyecto

- Durante esta fase los estudios necesarios deben conducir a definir la interacción entre el sistema HVDC y las redes AC conectadas.

Ejemplos:

- Flujos de carga y estudios de estabilidad
 - Verificación de los ya realizados en la fase de factibilidad - Escenarios con flujos máximos y mínimos con flujos en ambas direcciones suficientes para especificar los criterios de operación - Datos de líneas, transformadores, compensaciones series y paralelo – controladores de generadores – modelos dinámicos de carga – datos línea DC
- Estudios de la modulación de potencia
- Estudios del rendimiento dinámico
- Estudios de resonancia sub-sincrona

3. Estudios durante la fase de preparación de la oferta - Diseño Básico

3. Estudios durante la fase de preparación de la oferta - Diseño Básico

Se describe los estudios y herramientas asociados con los estudios para la preparación de la especificación técnica de un sistema HVDC a ser realizados por EL PROPONENTE durante su elaboración de la oferta.

El tipo y la naturaleza de los estudios requeridos para la preparación de la especificación técnica depende en gran medida de la estructura del sistema de potencia donde se va a instalara el HVDC.

Los estudios en esta fase deben ser los suficientes para lograr una oferta vinculante con el mínimo de riesgos que permita definir los componentes y solución lo mas **cercana** posible a la que se obtendrá una vez se hagan todos los estudios a realizar con la adjudicación del contrato y que finalmente serán los que determinaran los componentes definitivos a fabricar y poner en servicio

La experiencia de EL PROPONENTE es esencial en base a la información entregada en las especificaciones en el tiempo previsto para elaborar la oferta se tenga la solución

3. Estudios durante la fase de preparación de la oferta - Diseño Básico

- El **diseño básico** es la base de la preparación de una oferta:
- Basado en las especificaciones se toman los siguientes datos:
 - Condiciones ambientales
 - Datos del sistema de Potencia
 - Datos de la línea de transmisión
 - Requerimientos funcionales y de performance

Y se determinan los componentes principales;

- Los transformadores convertidores: Datos principales – Rango de cambiadores de toma
- Las capacidades de transmisión
- Los modos de operación
- Los conceptos básicos de control
- Las características en estado estacionario
- La gestión de la potencia reactiva: requisitos de absorción y suministro – intercambios
- Diseño de filtro AC o DC: Configuraciones – criterios de rendimiento
- Coordinación del aislamiento: niveles de aislamiento – distancias de seguridad

4 Estudios después de la adjudicación del contrato

4.1 Estudios después de la adjudicación del contrato

- El **diseño final** de la estación convertidora HVDC, incluidas las características operativas, se define solo durante los estudios detallados del sistema en **caso de contrato**.
- Con posterioridad a la adjudicación del contrato, pero **antes** del comienzo de la fabricación de los equipos pertinentes, el CONTRATISTA debe realizar todos los estudios de diseño necesarios para determinar los requisitos y los valores nominales del equipo.
- Otros estudios a realizarse confirmarán posteriormente el rendimiento apropiado del Sistema

4.1 Estudios después de la adjudicación del contrato

- Datos que EL INVERSIONISTA no proporcione en los plazos previstos puede conducir a que el resultado del estudio tenga impacto en el tiempo de ejecución del proyecto debido a la dependencia del resultado del estudio vinculado con el rendimiento final del enlace.
- Critico: Datos y parámetros de las líneas. Usualmente otro contratista administrado directamente por EL INVERSIONISTA

4.1 Contenido de los Estudios

- Los estudios deben incluir:
 - Descripción y metodología del estudio
 - Parámetros de entrada requeridos
 - Herramientas que se utilizarán para el estudio
 - Resultado del estudio
 - Lapso y marco del tiempo de ejecución

Normalmente El CONTRATISTA no proporciona modelos de simulación o modelos al INVERSIONISTA ni cálculos a menos que se indique explícitamente en los modelos digitales

Debe quedar claros en las especificaciones el nivel de detalle de modelos de simulación , datos, cálculos y criterios para evitar conflictos posteriores

4.1.1 Descripción y metodología del estudio

- Esta sección debe incluir el objetivos del estudio y una breve descripción así como las normas que se utilicen en el caso que sea aplicable
- La metodología debe describir las consideraciones, condiciones de operación, las bases de los cálculos, los valores asumidos y utilizados y el procedimiento a ejecutar.

4.1.2 Parámetros de entrada requeridos

- Incluye:
 - Valores y datos de entrada a ser suministrados por EL INVERSIONISTA
 - Valores adicionales a cargo de EL CONTRATISTA.
Por ej. : Tiempos de interrupción de los interruptores AC, Fallas de errores de convertidor, impedancias del convertidor, características de las válvulas, etc

4.1.3 Herramientas para el estudio, Resultados, Lapsos de tiempo

Herramientas

Para cada uno de los estudios, EL CONTRATISTA debe indicar:

- Uso de herramientas de diseño interno del contratista
- Programas utilizados: MATHLAB, MATHCAD, EMTDC, ISOGRAPH, PSCAD etc
- Si la herramienta no es la misma que utiliza EL INVERSIONISTA se debe siempre tener la posibilidad de exportar o importar las data.

Resultados

- Aquí se debe incluir:
- Resultados del estudio demostrando los resultados respecto a la especificación
- Conclusiones contundentes de los resultados obtenidos

Lapso y marco del tiempo de ejecución

- El cronograma del proyecto debe incluir claramente la fase del proyecto, los marcos de tiempo, sus pre requisitos, actividades predecesoras así como las actividades siguientes para cada uno de los estudios
- **Se deben resaltar los estudios que estén en la ruta critica**

4.2 Categorías de los Estudios

- Estudios de diseño y rendimiento del sistema de transmisión HVDC
- Estudios de Red
- Modelos Digitales

Estudios de diseño y rendimiento del sistema de transmisión HVDC

- Parámetros del circuito principal
- Estudios de sobretensiones AC
- Tensiones transitorias y estudio de coordinación de aislamiento
- Características de baja frecuencia (Estudio de armónicos AC)
- Estudios de Interferencia Eléctrica
- Campos Eléctricos y magnéticos
- Estudio de calculo de perdidas
- Estudios de Confiabilidad y Disponibilidad

Estudios de Red y Modelos Digitales

Estudios de Red

- Equivalentes del Sistema AC
- Estudios de Rendimiento Dinámico
- Estudio de Estabilidad, Modulaci3n y Control de Frecuencia
- Estudio de Interacci3n Torsional Sub-sincr3nica
- Estudio de Black Start

- Estudios de coordinaci3n de protecciones
- Estudios t3picos en proyectos de subestaciones

Modelos Digitales

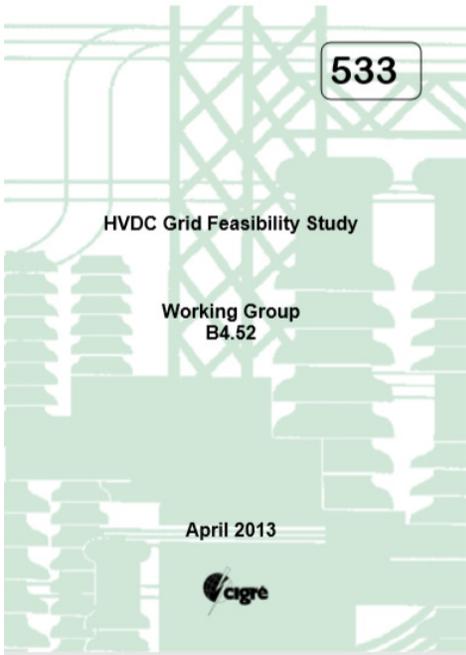
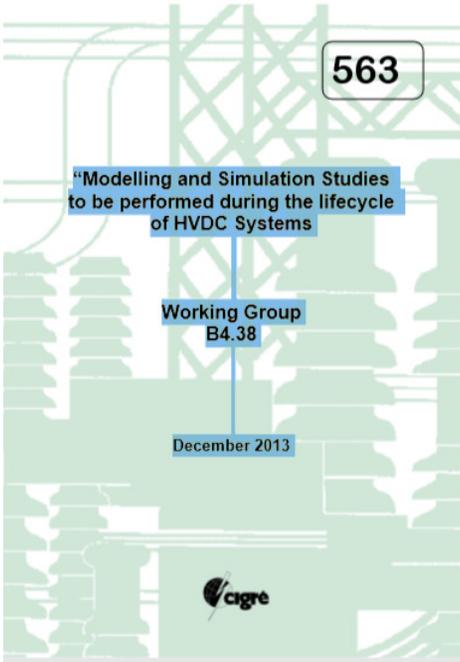
- Modelo del transitorio Digital (PSCAD)
- Modelo Digital de Estabilidad

Conclusiones

- Claves:
 - Performance
 - Disponibilidad y sus garantías
 - Información de la red vinculante **firme y clara definición de la fecha congelamiento**
 - **Evitar al máximo espacios para permitir “Claims”**
 - **Referencias**
 - **Conocimiento de la red nacional**



Bibliografía



Gracias

