

**COMITÉ DE ESTUDIO B4 DE CIGRE COLOMBIA**

**PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UN NUEVO GRUPO DE TRABAJO**

<b>TOR WG B4.1</b>	<p><b>Nombre del Coordinador:</b> Jorge Wilson González (Universidad Pontificia Bolivariana)</p> <p><b>E-mail:</b> jorgew.gonzalez@upb.edu.co</p>
<p><b>Título del Grupo:</b> SISTEMAS HVDC HÍBRIDOS</p>	
<p><b>Problema Técnico a solucionar por el GT:</b>          Para los sistemas de transmisión en corriente directa, HVDC, no se dispone de normativas, ni de claridad en la literatura técnica, sobre cómo combinar las ventajas de las tecnologías convencionales HVDC basadas en tiristores (conocida como LCC) y las basadas en transistores de compuerta aislada IGBTs (conocida como VSC), de manera que sea posible tomar decisiones para implementar sistemas híbridos estratégicos LCC – VSC.</p>	
<p><b>Beneficios Potenciales del trabajo del GT:</b> Proponer soluciones HVDC híbridas con beneficios técnicos estratégicos y con estimación económica para interconexiones terrestres y en el mar.</p>	
<p><b>Alcance, entregables y propuesta de tiempo del GT:</b></p> <p><b>Contexto-Antecedentes:</b></p> <p>Debido a la transición energética, el sector eléctrico se ha visto en la necesidad de usar equipamiento de electrónica de potencia de alta capacidad y controlabilidad. Una solución para el transporte de la potencia, la constituyen los sistemas HVDC. Dichos sistemas se han implementado por décadas usando la tecnología clásica basada en tiristores (LCC, Line Commutated Converters), mientras que su versión basada en transistores bipolares de compuerta aislada, IGBTs (VSC, Voltage Source Converters) se viene implementado desde los años 90's.</p> <p>Como principales diferencias entre ambas tecnologías, es que los enlaces LCC permiten mayores capacidades de transporte y mayor nivel de tensión, pero carecen de un control permanente en el flujo de potencia reactiva y de tensión. Esta tecnología también requiere un alto equipamiento para compensación de potencia reactiva, de sistemas con adecuada capacidad de cortocircuito con relación a la potencia del enlace de cd (Short Circuit Ratio, SCR), además de transformadores especiales de alto costo y peso, conllevando a requerimientos importantes de área. Por otro lado, la tecnología VSC permite tener un control sobre la tensión y sobre el flujo de potencia, permitiendo controlar de forma independiente tanto la potencia activa como la reactiva, también facilita el uso de transformadores convencionales menos pesados, así como de no requerir filtros ni sistemas de compensación de gran tamaño en comparación con LCC. No obstante, sus pérdidas y costos de inversión inicial son mayores, aunado que su capacidad de transporte y años de madurez son menores que LCC.</p> <p>En el mundo, países como Alemania, Estados Unidos, Inglaterra y La China, se encuentran planificando y construyendo grandes proyectos de generación eólica <i>offshore</i>. Particularmente, en Colombia se planea integrar altas cantidades de energía eólica desde el norte del país, considerándose proyectos en el mar, así como terrestres.</p> <p>Los sistemas de transmisión en corriente directa se caracterizan principalmente por su gran capacidad de transporte de potencia y la posibilidad de conectar sistemas que se</p>	

encuentran a gran distancia con bajas pérdidas en comparación con un sistema convencional de corriente alterna.

Estos sistemas traen consigo algunos retos que se deben afrontar, como lo son:

- Control de flujo de potencia activa y reactiva.
- Control de tensión.
- Armónicos de Tensión: ca y cd
- Toma de decisiones sobre el uso de tecnología VSC o LCC
- Control de Inversión y Rectificación: tecnología VSC y LCC
- Interconexión con sistemas de baja capacidad de cortocircuito (SCR)
- Estabilidad del Sistema de Potencia.
- Protecciones: ca y cd. Impacto de fallas
- Soluciones con cable aislado
- Enlaces de Corriente Directa tanto en sistemas de transmisión como de distribución.

Entre los beneficios a resaltar mediante las propuestas de este trabajo se tendrá:

- Modelos de Simulación que permitan el estudio de conexión de dichas tecnologías.
- Metodologías para el control de tensión y flujo de potencia con sistemas híbridos.
- Capacitación y aportes en protecciones de corriente directa.
- Identificación de sistemas de control de estabilidad con sistemas híbridos
- Aportes de control en electrónica de potencia para el mejoramiento de convertidores de energía con diversas tecnologías (VSC y LCC).
- Permitir la eficiente integración de energías renovables mediante sistemas HVDC
- Implementar pruebas básicas funcionales con prototipos a escala

Dichos beneficios podrían consolidarse de manera práctica en un futuro, por ejemplo, con la construcción de las subestaciones de un parque eólico en el mar (*offshore*) en donde el uso de transistores bipolares de compuerta aislada (IGBT'S) en la conversión *offshore* reduce los costos de manera significativa debido al menor tamaño y peso en comparación con los tiristores. Esto ocasiona que la subestación en mar abierto pueda ser más pequeña y por tanto menos robusta mecánicamente; mientras que la subestación en la costa, al implementar tiristores puede abarcar mayor espacio no elevando en grandes proporciones los costos. Será estratégico, además, proponer un sistema de control que permita la interacción de ambas tecnologías en función de las características propias del punto de interconexión o de acople común.

Actualmente, la Universidad Pontificia Bolivariana construyó un prototipo a pequeña escala de un terminal LCC y de otro VSC. Una intención, es emplearlo como mesa de trabajo para comprobar retos de interconexión de los enlaces y su controlabilidad.

#### **Alcance:**

1. Modelo de Sistema HVDC híbrido en Power Factory *DigSILENT* para realizar estudios de conexión.
2. Modelo de Sistema HVDC híbrido en PSCAD para análisis de comportamiento transitorio y de control.
3. Marco teórico sobre sistemas de protección en corriente directa.
4. Análisis de Calidad de la potencia.
5. Propuestas de esquemas de control para el enlace, con objetivos de estabilidad con la red de ca.
6. Pasos para la selección o descarte de soluciones híbridas desde lo técnico con

mirada económica básica.

**Entregables:**

- Reporte Técnico
- Artículo Técnico – Seminario Cigre
- Tutorial
- Webinar
- Otro:

**Tiempo de Trabajo:** inicio: Mayo, 2020  
2023

**Entregable Final:** Mayo,

**Aprobación por el Responsable Consejo Técnico:**

Fecha:

1. <https://www.tdworld.com/digital-innovations/hvdc/article/20970224/a-short-history-the-voltage-source-converter>