

“Sistema de Conversión de Energía Fotovoltaica para su Interconexión a Redes Eléctricas de Distribución Desbalanceadas”

MX/a/2022/002378

Descripción de la Tecnología

La invención se refiere a un esquema de control de lazo cerrado compuesto por un único controlador proporcional-integral (PI) que permite operar a un convertidor de fuente de voltaje (VSC) trifásico en condiciones de tensión eléctrica desbalanceada, como parte de un Sistema de Conversión de Energía Fotovoltaica (PVECS) conectado a la red de distribución.

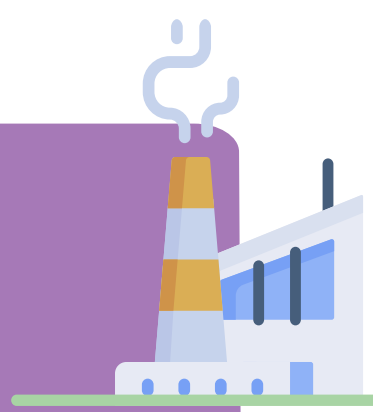
El controlador PI se encarga de controlar la tensión del enlace de corriente directa mediante la generación independiente de las variables de modulación para cada una de las fases del VSC. Estas variables se obtienen implementando un lazo de seguimiento de fase (PLL) encargado de monitorear continuamente las condiciones de tensión en el punto de acoplamiento común (PCC).

Aplicaciones, beneficios y usos de la tecnología

El PVECS, que contiene al esquema de control propuesto, mantiene la generación de energía eléctrica sin importar la presencia de desbalances de tensión en la red a la que esté conectado lo que es importante para plantas de generación fotovoltaica ya que garantiza la continuidad de su operación.

Entre otros beneficios que ofrece la invención se encuentran:

1. Factor de potencia unitario (FP) menor al 95% en atraso y adelanto, e inyección de corriente con un desbalance inferior al 5%.
2. Estructura de control robusta conformada por un único lazo de control PI que no requiere cambios de variables a diferentes marcos de referencia.
3. Mitigación de la distorsión armónica total (THD).
4. Máxima extracción de potencia bajo condiciones estándar de operación.
5. Bajo rizo en el enlace de CD.
6. Control independiente de la magnitud y del ángulo de fase de la variable de modulación de cada una de las fases de la tensión eléctrica.
7. Fácil implementación a las redes eléctricas de distribución lo que supone ventajas técnicas y económicas.
8. Cumplimiento de los requerimientos de desbalance de corriente máximo y de contenido armónico para centrales eléctricas del tipo A establecidos en las Disposiciones Operativas del Sistema Eléctrico Nacional.



Nivel de madurez de la tecnología

Con base en la escala de la NASA para determinar el nivel de maduración tecnológica (Technology Readiness Level, TRL), se estima que el TRL de la invención es 3, el cual se refiere a la prueba de concepto analítica y experimental desarrollada a escala de laboratorio.

Información de mercado

Los sistemas eléctricos de corriente continua de alta tensión (HVDC) utilizan la CD para transmitir energía a largas distancias e interconectar las redes que tienen frecuencias y características diferentes. Según la tecnología, el mercado de HVDC se divide en convertidores conmutados por condensador (CCC), convertidores de fuente de tensión (VSC) y convertidores conmutados por línea (LCC).

La tecnología VSC convierte la tensión de CA en tensión de CD mediante transistores bipolares de puerta aislada (IGBT) y modulación por ancho de pulsos (PWM), o a través de pequeños condensadores de CD. Hay dos tipos de convertidores de tensión: los inversores de tensión y los rectificadores de tensión. La función de un sistema VSC-HVDC es transmitir potencia CD constante de un rectificador a un inversor.

El tamaño del mercado de transmisión HVDC se valoró en USD \$9,030 millones en 2022 y se prevé que alcance los USD \$16,210 millones en 2030, creciendo a una TMCA del 6.72% de 2023 a 2030. Los principales impulsores del crecimiento son el aumento del consumo de electricidad, de los costos de transmisión de energía a larga distancia, así como la mayor demanda de válvulas, disyuntores y de tecnología VSC (VMR, 2022).

La región de Asia-Pacífico ocupa la primera posición en el mercado. Esto puede atribuirse al creciente establecimiento de empresas internacionales en la región, debido a los bajos costos de fabricación y mayor demanda local. En cuanto a fabricantes de convertidores VSC, destacan Hitachi ABB Power Grids, seguido por Siemens (Khalid, 2021).

Se espera que el mercado mexicano de energía solar fotovoltaica registre una TMCA de aproximadamente 8.9% durante el período de 2022 a 2027. Sin embargo, la ausencia de nuevas iniciativas, la limitación de terrenos y una red eléctrica subdesarrollada podrían dificultar el crecimiento del mercado. Se estima que la mayor parte de la demanda será absorbida por el sector público, debido a la inversión requerida y a la mayor capacidad instalada. (Mordor Intelligence, 2022).

En el Programa para el Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) se fijó como objetivo contar con una participación de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 35% para el 2031 (IMCO, 2022). Las áreas de mayor oportunidad, en términos de infraestructura y demanda, se encuentran en la proveeduría de componentes de cableado y en la mano de obra asociada a la obra civil y eléctrica para la instalación de plantas eléctricas (ASOLMEX, 2018).

Imagen de la tecnología



Figura. Prototipo de la tecnología, Fuente: (Rodríguez Contreras, 2022)