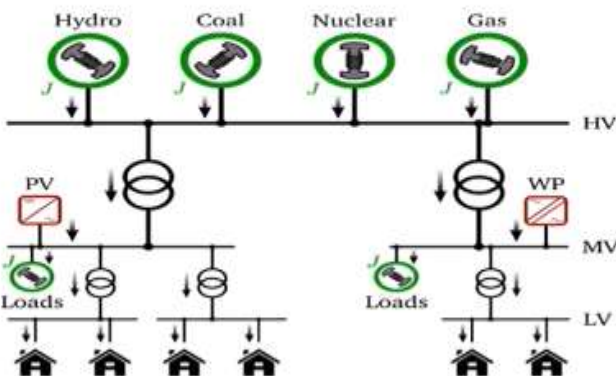


FUTURO PROVABLE DE TRANSISION ENERGETICA MUNDIAL

La viabilidad de una transición energética que excluya a las energía Hidráulicas y Nuclear (considerando de hecho las de base hidrocarburo ya están consideradas fuera de todo análisis), es un tema de intenso debate , con posturas que van desde la advertencia de la **ONU de que sin energía Nuclear(incluyendo la Hidráulica)** no se puede frenar el cambio climático(aunque hay muchos que hoy niegan al cambio climático), pero también existen visiones que consideran que con renovables intermitentes es posible la transición energética, pero además de muy costoso hay grandes complejidades a tener en cuenta(por supuesto hay muchos intereses económicos en juego, de un lado y del otro, y fundamentalmente de las térmicas base hidrocarburos, tanto China como India siguen con los índices mas elevados de ese tipo de generación). Realicemos un análisis sobre las viabilidades: El papel imprescindible de las energías Nuclear e Hidráulica: Para muchos organismos internacionales y expertos, estas dos fuentes son pilares de una transición eficiente por su capacidad de generar energía de base firme. Seguridad y estabilidad: La energía Nuclear proporciona electricidad limpia fiable 24 horas al día, emitiendo prácticamente cero gases denominados de efecto invernadero (por supuesto hay residuos radiactivos, que deben ser colocados en compartimientos especiales por muchos años).**la agencia internacional de Energía AIE sostiene que prescindir de las Energías Nuclear e Hidráulica harían la transición energética drásticamente muy compleja y altamente costosa.** Almacenamiento Masivo: La energía Hidráulica, las de embalse y también las de bombeo es actualmente una de las formas mas establecidas y eficientes de almacenar energía renovable a gran escala. El Director General del Organismo de la Agencia de energía atómica de la ONU Ing Rafael Grossi, afirma que será casi imposible descarbonizar para el año 2050 sin el aporte de energía nuclear. Aunque Alemania no ha regresado todavía a la energía Nuclear, el canciller Friedrich Mer califico el cierre de las plantas de energía nuclear como un grave error estratégico y ha expresado su decisión de reconstruir la capacidad nuclear de Alemania. Desafíos de una transición energética a base de Energía Solar y Eólica: si eliminamos la Generación Nuclear ye Hidráulica (solo es un análisis) , en tal caso el sistema eléctrico de potencia dependerá de fuente de energía intermitentes que presentan los siguientes retos críticos. La producción de estas fuentes fluctúan según las condiciones climáticas, que dificultan predecir con total exactitud su disponibilidad. El caso mas conocido fue el apagón de la península Ibérica en el año 2025. Fuentes del Ministerio para la Transición Ecológica (MITECO) admiten que el sistema no contaba con **suficiente capacidad de control dinámico de tensión** para reaccionar ante un evento de esa magnitud. La transición hacia un modelo eléctrico con **alta penetración renovable**—más descentralizado y sensible a cambios súbitos de carga— ha puesto de relieve la necesidad de modernizar las reglas y los mecanismos de protección. **Las incógnitas que persisten** A pesar de los avances, todavía quedan zonas de sombra. El nombre de la instalación que provocó la primera alteración no se ha hecho público "por motivos de confidencialidad". Tampoco se ha determinado aún si hubo **negligencia técnica o fallos de supervisión** por parte de los operadores privados. El propio Ejecutivo reconoce, además, que existen discrepancias entre REE (Red eléctrica Española) y el Gobierno sobre la secuencia exacta del fallo y el papel que desempeñaron algunos agentes del sistema. Mientras tanto, sigue su curso y ya han emitido recientemente un informe que apunta a la **falta de control de tensión en el sistema eléctrico**, como venimos diciendo. El gran apagón de abril ha servido como **advertencia técnica y política**. España dispone de una red extendida y pero una interconexión débil, pero la creciente complejidad del sistema eléctrico —**más digital, más renovable y más expuesto a perturbaciones instantáneas**— exige nuevas herramientas de control. Las causas se van esclareciendo, pero el mensaje es claro: incluso en una red moderna y segura, **la estabilidad eléctrica es un equilibrio delicado**. Lo ocurrido el 28 de abril 2025 fue un aviso, y sus lecciones marcarán buena parte del debate energético de los próximos años. Causas del Blackout energético en la Península Ibérica (Considerada isla energética) **1 Sobretensión inicial** En el suroeste de España la alta producción de energía solar y la caída de la demanda energética generaron un exceso de niveles de tensión en la red eléctrica (grados de inserción). **2 Fallo en el control de tensión:** Los recursos para controlar esta tensión no respondieron como debían, ya sea por falta de programación (deficiencias en el despacho de cargas). **3 Reacción en cascada:** Las protecciones automáticas desconectaron las Centrales Eléctricas para protegerse (**DAG Y DAC**) y se agravo el desequilibrio y se extendió de manera simultánea en toda la península.**4 Problemas de Coordinación:** Fallaron los mecanismos de seguridad que debían contener la perturbación y la coordinación en distintos centros de control, por supuesto el centro de control general es el primero que fallo. **Además, se suma que las interconexiones de la península ibérica son muy débiles, y había muy poca energía de base en funcionamiento.** Europa occidental está altamente interconectada, siendo Francia la columna vertebral por el grado de inserción que posee con Energía Nuclear. Tanto las energía Eólicas como la Solar, necesitan tener sistemas de almacenamiento, actualmente se utilizan las baterías a las de **iones de Litio** conocidas como BESS pero han tenido muchísimos problemas por condiciones térmicas generando explosiones masivas como las ocurridas en Texas EEUU, por eso China está experimentando con baterías de almacenamiento a base de **iones de sodio** , actualmente son más caras que las de Litio, pero son más seguras y son renovables. El otro aspecto a tener en cuenta son los inverters (inversores de CC a CA) que poseen los sistemas de almacenamiento de las energías Eólicas y Solar fotovoltaicas, y hoy se está produciendo una mutación de los inversores **Grid Following** (que son fuentes de corrientes) a **Grid Forming** que actúan como fuentes de tensión garantizando inercia y control de tensión y frecuencia evitando problemas de estabilidad dinámica, causa de Blackout energéticos. De todas maneras, todavía la Energía térmica en base a hidrocarburos seguirá por mucho tiempo mas ya que ni china ni India y ahora EEUU dejarán de usarlas por el momento, de todas maneras, tanto la energía Hidráulica como la Energía Nuclear serán la columna vertebral en la transición energética.

Sistemas eléctricos convencionales

- Sistema eléctrico convencional



Sistemas eléctricos del futuro

- Un problema que surge con la integración masiva de fuentes de generación de origen renovable y de equipos conectados a través de convertidores electrónicos de potencia es la disminución de los niveles de inercia de los sistemas eléctricos de potencia.

