

2.2 Conexión en serie vs paralelo

Introducción

Ahora vamos a entrar a uno de los **conceptos más importantes del diseño fotovoltaico: cómo cambia el voltaje y la corriente dependiendo de si conectamos los paneles en serie o en paralelo.**

Este tema es crítico porque:

- Un inversor **no se daña por tener más potencia.**
- Pero **sí puede dañarse por exceso de voltaje o exceso de corriente.**

Por eso, entender claramente la diferencia entre serie y paralelo nos permite diseñar **arreglos seguros, funcionales y compatibles con el MPPT del inversor.**

2.2.1 Conexión en serie (el voltaje se suma, la corriente se mantiene)

En una **conexión en serie**, los módulos se conectan uno tras otro, de modo que la salida de un panel entra directamente al siguiente

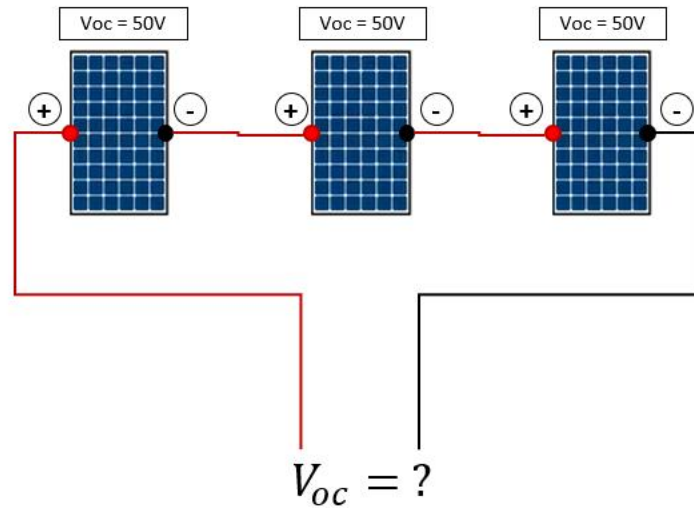
En esta configuración ocurre lo siguiente:

- **El voltaje se suma**
- **La corriente se mantiene igual**

Relaciones eléctricas en serie

- $V_{oc_{total}} = V_{oc_1} + V_{oc_2} + V_{oc_3} + \dots + V_{oc_n}$
- $V_{mp_{total}} = V_{mp_1} + V_{mp_2} + V_{mp_3} + \dots + V_{mp_n}$
- $I_{total} = I_{panel}$

Ejemplo práctico



Supongamos que cada panel tiene:

- $V_{oc} = 50 \text{ V}$
- $V_{mp} = 40 \text{ V}$
- $I_{mp} = 10 \text{ A}$

Si conectamos **tres paneles en serie**:

- $V_{oc_{total}} = 50 + 50 + 50 = 150 \text{ V}$
- $V_{mp_{total}} = 40 + 40 + 40 = 120 \text{ V}$
- $I_{mp_{string}} = 10 \text{ A}$
- $P_{MAXstring} = 150 \text{ V} * 10 \text{ A} = 1500 \text{ W}$

La corriente **no se suma**.

Todo el string sigue conduciendo **10 A**, no 30 A.

¿Para qué sirve la conexión en serie?

👉 La conexión en serie se utiliza principalmente para **alcanzar el rango de voltaje del MPPT del inversor**.

- El **voltaje del sistema** depende directamente del **número de paneles en serie**.
- Si necesitas subir de **120 Vmp a 300 Vmp**, agregas módulos en **serie**.

Límites de operación importantes

- **Límite superior** → lo define el **Voc en frío**
 - Si se excede, **puede dañar el inversor.**
- **Límite inferior** → lo define el **Vmp en caliente**
 - Si cae por debajo del **MPPT_min**, el inversor **no arranca.**

Nota importante:

El **Voc nunca se usa para operar**, solo para verificar el **límite máximo seguro**. Por eso, **Voc se usa para el máximo y Vmp para el mínimo** del rango MPPT. Esto porque en circuito abierto no hay carga conectada y se presenta el voltaje más alto. Este es el voltaje que percibe el inversor antes de arrancar. El inversor puede sufrir daños si este voltaje supera el voltaje máximo de operación del inversor.

(Este criterio se analiza con más detalle en el Módulo 3.)

2.2.2 Conexión en paralelo (la corriente se suma, el voltaje se mantiene)

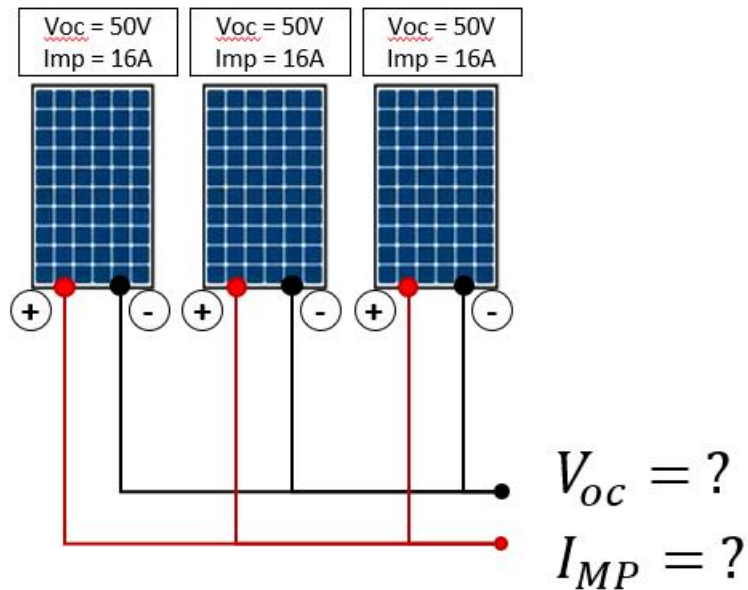
En una **conexión en paralelo**, varios strings con el mismo voltaje se conectan al mismo punto de entrada.

Aquí ocurre exactamente lo contrario que en serie:

- **La corriente se suma**
- **El voltaje se mantiene igual**

Relaciones eléctricas en paralelo

- $V_{mp_{total}} = V_{mp_{string}}$
- $I_{mp_{total}} = I_{mp_1} + I_{mp_2} + I_{mp_3} + \dots$

Ejemplo práctico


Cada string tiene:

- $V_{oc} = 50\text{ V}$
- $I_{mp} = 16\text{ A}$

Si conectamos **tres strings en paralelo**:

- $V_{mp_{total}} = 50\text{ V}$
- $I_{mp_{total}} = 16\text{ A} + 16\text{ A} + 16\text{ A} = 48\text{ A}$

¿Para qué sirve la conexión en paralelo?

👉 Para **aumentar la potencia total** que entra al **mismo MPPT**, sin cambiar el voltaje.

Esto es útil cuando:

- Ya estás al límite superior del **rango de voltaje** del inversor.
- Pero necesitas **más potencia** en ese MPPT.

Advertencia crítica

Cada MPPT tiene un **límite máximo de corriente**.

- Si el MPPT admite **15 A** y tú intentas conectarle **20 A**, lo vas a **saturnar**.
- El inversor puede:

- Limitar la corriente
 - Entrar en protección
 - O fallar prematuramente
-

2.2.3 Reglas rápidas de diseño

Para evitar errores comunes, quédate con estas **tres reglas**:

Regla 1 – El voltaje máximo del sistema lo define el **número de paneles en serie**.

- ¿Necesitas más voltaje? → **agrega paneles en serie**.

Regla 2 – La corriente total la define el **número de strings en paralelo**.

- ¿Necesitas más corriente? → **agrega strings**, pero revisa el límite del MPPT.

Regla 3 – El inversor se dimensiona de acuerdo al voltaje y corriente entregado por los inversores,

- Exceder **Voc máximo** → **riesgo de daño**.
- Exceder **corriente máxima** → **saturación o falla**.
- Exceder **potencia** → el inversor **recorta**, pero **no se daña**.

