

# Guida alla progettazione

## Introduzione

Gli Smart Module ampliano significativamente le possibilità di progettazione degli impianti fotovoltaici. I moduli ottimizzati con la tecnologia Tigo Energy possono essere installati in presenza di ombre, con diversi orientamenti e in stringhe di lunghezza variabile. La tecnologia Smart Module consente a ogni modulo di funzionare al proprio punto di massima potenza grazie alla tecnologia brevettata dell'adattamento di impedenza (Impedance Matching). I progettisti degli impianti fotovoltaici che utilizzano gli Smart Module non devono più sottostare a molte delle limitazioni imposte dai principi di progettazione tradizionali, con vantaggi che permettono maggiori opzioni di progettazione, lo sfruttamento ottimale dello spazio di installazione disponibile e una maggiore flessibilità nella progettazione.

## Progettazione in presenza di ombre

Generalmente nella progettazione di un campo fotovoltaico le ombre vengono evitate, tuttavia, grazie agli Smart Module è possibile ridurre il mismatch causato dall'ombreggiamento. Poiché le ombre cambiano costantemente nell'arco del giorno e dell'anno, un modulo non può essere installato troppo vicino a un ostacolo. L'impatto negativo di anche solo uno o due moduli in ombra può estendersi all'intero campo fotovoltaico. Portando l'MPPT a livello di modulo, questo effetto viene attenuato e l'ombra diventa tollerabile. Nella sezione riportata di seguito viene descritta una procedura generale per determinare la quantità di ombra che un impianto è in grado di tollerare in base alla quantità di energia che gli Smart Module possono recuperare da potenziali perdite per mismatch.

## Distanza di separazione nelle installazioni standard

Nelle installazioni standard, la quantità di spazio tra un ostacolo e il campo fotovoltaico (distanza di separazione o di sicurezza) viene determinata in base al diagramma solare relativo a una determinata area geografica. In linea di massima, la distanza di separazione dovrebbe essere tre volte l'altezza dell'oggetto. Spesso, questo comporta un utilizzo parziale del tetto o dello spazio a terra. Tigo Energy riduce la distanza.

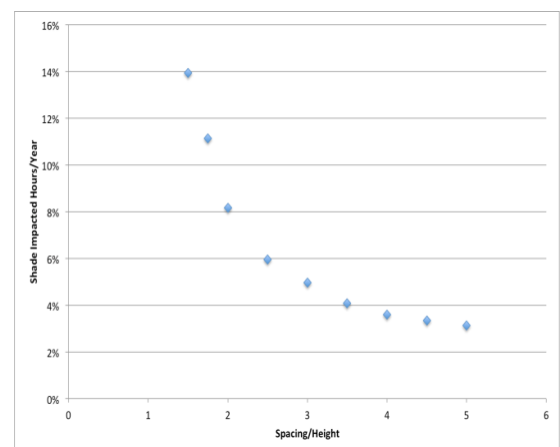
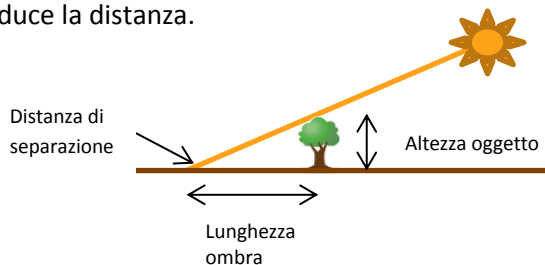


Figura 1. Effetto dell'ombra senza tecnologia Tigo Energy

La produzione annua di energia di un impianto FV a San Francisco è stata modellata in base a diversi rapporti di distanziamento. La percentuale di ore all'anno in cui l'impianto è in ombra è illustrata nella Figura 1. Con un rapporto di distanziamento di 1,5, la percentuale di ore all'anno è pari al 14%. All'aumentare del rapporto di distanziamento, la quantità di ore annue interessate dall'ombra si riduce drasticamente.

### Riduzione della distanza di separazione con Tigo Energy e gli Smart Module

La quantità di ombra tollerabile nella progettazione del proprio impianto è determinata dalla quantità di energia che uno Smart Module può recuperare dal mismatch. Diciamo, senza esagerare, che il 50% dell'energia persa può essere recuperato da un modulo in ombra. Di conseguenza, la percentuale di ore d'ombra all'anno si riduce, come illustrato nella Figura 2. Lo Smart Module consente di produrre la stessa quantità di energia con una distanza di separazione notevolmente inferiore, il che permette di sfruttare meglio lo spazio su tetto disponibile.

Con riferimento alla Figura 2, possiamo calcolare l'effetto degli ottimizzatori Tigo Energy sulla distanza di separazione applicando la seguente equazione:

0,14 (percentuale di ore d'ombra annue) x 0,50 (percentuale di energia che Tigo Energy permette di recuperare)

x 0,75 (percentuale di ore in cui gli ottimizzatori Tigo Energy attenuano l'effetto dell'ombra in questa particolare installazione)

= 5% (percentuale di ore d'ombra annue)

Con gli Smart Module la percentuale di ore d'ombra è identica a quella di un campo fotovoltaico standard, ma con la metà del rapporto di distanziamento. Anche se ogni sistema è diverso, si può ipotizzare di ridurre il proprio rapporto di distanziamento di circa il 50%.

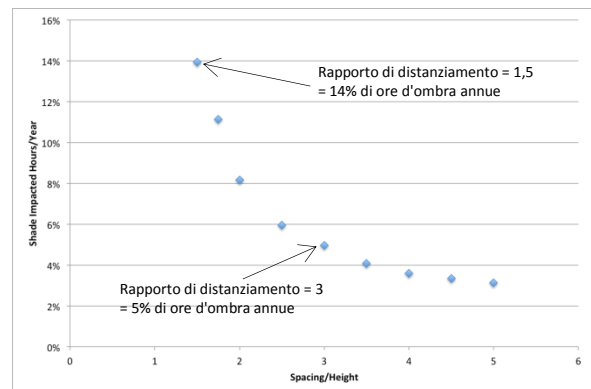


Figura 2. Impatto degli ottimizzatori Tigo Energy

### Riepilogo della progettazione in presenza di ombre

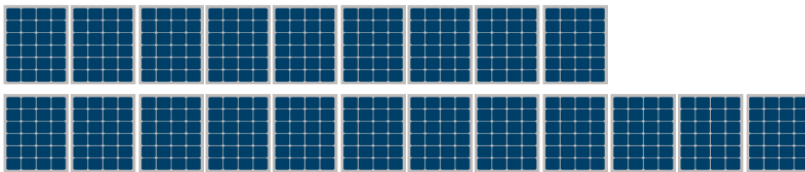
1. La tecnologia Tigo Energy può ridurre la distanza di installazione dei moduli da un ostacolo di circa il 50%. In molti casi potrebbe essere persino maggiore.
2. Gli ottimizzatori Tigo Energy consentono ai moduli che restano in ombra tutto il giorno di generare tutta l'energia possibile dalla luce indiretta.

## Progettazione di stringhe di lunghezza variabile

La tecnologia Smart Module corregge inoltre il mismatch derivante da stringhe di lunghezza variabile. Consente una variazione fino al 25% in termini di lunghezza di stringhe.

### Ecco alcune linee guida importanti da seguire quando si progettano stringhe di lunghezze diverse

1. Attenersi scrupolosamente agli intervalli di tensione MPP minimo e massimo dell'inverter.
2. Tenere presente che le linee guida generali del settore prevedono la progettazione di stringhe della maggior lunghezza possibile per ridurre le perdite nei collegamenti e migliorare l'efficienza.
3. Concentrare l'ombra il più possibile sulle stringhe più lunghe o distribuirla uniformemente attraverso le stringhe.
4. Ridurre al minimo il numero delle stringhe più lunghe (preferire, ad esempio, 2 stringhe più corte e 1 lunga anziché 1 stringa più corta e 2 lunghe).



### Come calcolare il mismatch massimo tra le stringhe

Per calcolare il mismatch massimo tra le stringhe, utilizzare la seguente equazione.

$1 - (\text{stringa corta} / \text{stringa lunga}) = \% \text{ di mismatch}$ ; deve essere pari o inferiore al 25%

La tensione della stringa corta deve essere superiore all'MPP minimo dell'inverter, mentre quella della stringa più lunga deve essere inferiore alla tensione massima dell'MPP dell'inverter. Ricordarsi di regolare la tensione della stringa più corta in base alla temperatura più alta prevista nella propria area.

## Abbinamento di diversi tipi di moduli FV

Tigo Energy consente ai progettisti di impianti di utilizzare diversi tipi di moduli nella stessa stringa. Ad esempio, se si rende necessario sostituire un determinato modulo e la tecnologia corrispondente è ormai superata oppure non è più disponibile in commercio, è possibile utilizzare un modulo diverso. In questo modo è possibile eliminare la necessità di tenere scorte in magazzino per tutta la durata dell'impianto.

Il retrofit di un impianto con ottimizzatori Tigo Energy garantisce lo stesso 25% di flessibilità nella scelta dei moduli sostitutivi.

### Come calcolare il mismatch tra moduli FV diversi

In una stringa, l'unica cosa che conta è la corrente. È quindi possibile mischiare e abbinare moduli diversi nella stessa stringa purché il rapporto di corrente resti maggiore di 0,75, ovvero:

$1 - (\text{modulo con la corrente più bassa} / \text{modulo con la corrente più alta}) = \% \text{ di mismatch}$ ; deve essere pari o inferiore al 25%

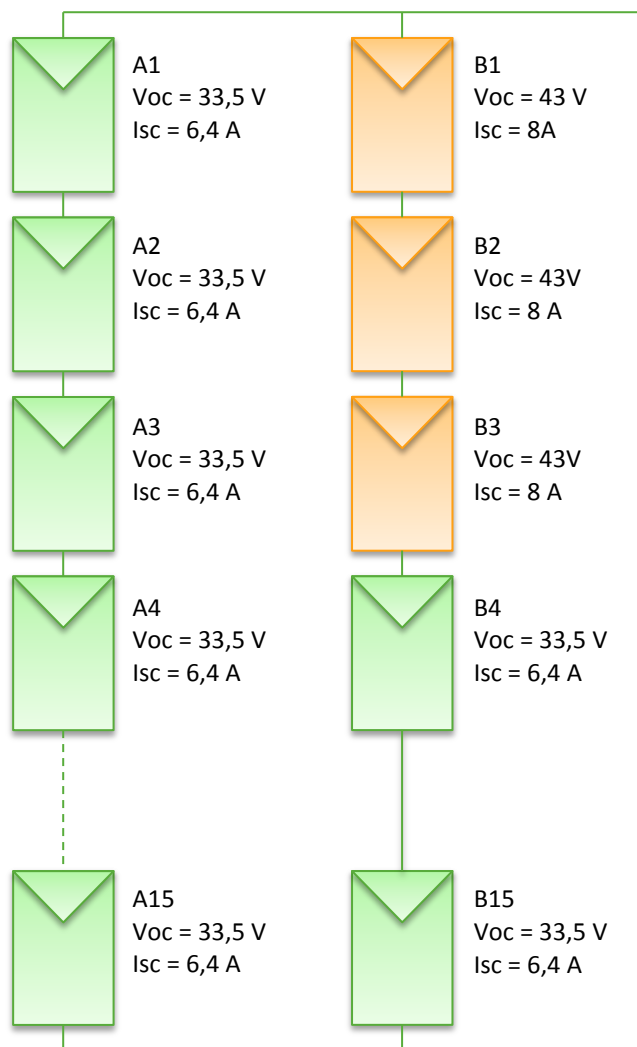
Quanto alla tensione, è leggermente più complicato in quanto influisce sul mismatch tra le stringhe. Sono possibili 2 scenari:

1. Nel layout a una stringa, l'unico limite in termini di variazione di tensione è la tensione massima consentita per ogni stringa.

2. Nel layout con più di una stringa, la variazione di tensione è limitata dal rapporto tra la stringa con la tensione più bassa e la stringa con la tensione più alta. A titolo di esempio viene riportato lo schema di un impianto con 2 stringhe costituite da 15 moduli FV per stringa per un totale di 30 moduli FV.

Sull'impianto sono montati 2 diversi tipi di moduli FV: 27 moduli con  $V_{oc}$  pari a 33,5 V e 3 moduli con  $V_{oc}$  pari a 43 V. Possibile configurazione: una stringa con 15 moduli da 33,5 V (la tensione della 1<sup>a</sup> stringa è  $15 * 33,5 \text{ V} = 502,5 \text{ V}$ ); la seconda stringa con i restanti moduli (la tensione della 2<sup>a</sup> stringa è  $43 \text{ V} * 3 + 33,5 \text{ V} * 12 = 531 \text{ V}$ ). La variazione di tensione è 0,95, ovvero  $502,5 \text{ V} / 531 \text{ V}$ , pari al 5% ed è adeguata per questa combinazione specifica.

Nel complesso, assicurarsi che il mismatch totale non superi il 25%. Tornando all'esempio, i moduli da 33,5 V presentano una  $I_{sc}$  di 6,4 A e i moduli da 43 V una  $I_{sc}$  di 8 A. Il mismatch totale sarebbe il mismatch di corrente ( $6,4 \text{ A} / 8 \text{ A} = 0,8$ ) moltiplicato per il mismatch di tensione, quindi  $0,8 * 0,95 = 0,76$ : 24% di mismatch totale dell'impianto.



Mismatch interno:

Mismatch di tensione impianto:

Tensione stringa A = 502,5 V

Tensione stringa B = 531 V

$1 - (502,5/531) = 5\%$ , sulla stringa lunga

Mismatch di corrente stringa A: 0%

Mismatch di corrente stringa B:  $1 - (6,4/8) = 20\%$

Mismatch totale stringa A: 0%

Mismatch totale stringa B:  $0,95 * 0,8 = 24\%$

Questo esempio dimostra inoltre che la variazione di potenza tra i diversi moduli non ha limiti. Nella misura in cui le variazioni di corrente e tensione non superano il limite del 25%, si possono mischiare moduli con diverse potenze nominali e tecnologie disponibili: monocristallini, policristallini e persino a film sottile.