

Principiul MPPT

Tematica: *Energii regenerabile*

→ **Capitol:** *Filiera solară*

→ **Secțiunea:** *Sisteme MPPT*

Tip resursă: *Expunere* *Laborator virtual / Exercițiu* *CVR*

În această expunere se face o introducere în studiul sistemului Maximum Power Point Tracking (MPPT): situare și concept, principiul fundamental și prezentarea diferitelor sisteme MPPT existente, avantajele și dezavantajele lor.

- cunoștințe anterioare necesare: nu există
- nivel: ciclul întâi
- durata estimată:
- autori: Lucie Petillon, Jean-Charles Herant, Thimotée Leroy, Arnaud Davigny, Christophe Saudemont
- realizare: Fabien Poje, Sophie Poumaere, François Le Floch
- traducere: [Sergiu Ivanov](#)

Situare și concept

Experimental, s-a observat că celulele fotoelectrice (FE) prezintă mari variații ale puterii electrice debitate, în funcție de condițiile meteorologice. În plus, când ele debitează pe sarcină, apar anumite probleme, iar puterea transferată sarcinii, rareori corespunde puterii maxime furnizate de generatorul FE. Probleme similare apar și în cazul eolienerelor.

Pentru a avea cea mai bună conexiune între o sursă neliniară și o sarcină oarecare și pentru a produce energie în condiții optime, începând cu 1968 a fost dezvoltat sistemul de Urmărire a Punctului de Putere Maximă - Maximum Power Point Tracking (MPPT). Acest tip de regatoare, special adaptate pentru a comanda o sursă neliniară, forțează generatorul să lucreze în Punctul de Putere Maximă - Maximum Power Point (MPP), determinând ameliorarea globală a randamentului sistemului de conversie electrică.

Când o sursă de energie electrică este conectată la o sarcină, punctul de funcționare se stabilește la intersecția caracteristicilor curent-tensiune ($I-V$) ale celor două. Acest punct se modifică în permanență, deoarece sursa sau sarcina se modifică permanent. Din acest motiv, de cele mai multe ori, nu se funcționează în MPP, iar puterea furnizată sarcinii este mai mică decât puterea maximă ce ar putea fi furnizată.

Există mai multe tipuri de regatoare MPPT. În general, fiecare dintre aceste regatoare, a fost realizat pentru o anumită aplicație. Precizia și robustețea acestor regatoare depind de anumiți parametri:

- Randamentul global al sistemului, dorit de constructor;
- Tipul de convertor static ce permite adaptarea și conectarea la sarcină (c.c.-c.c., c.c.-c.a.), sau la rețeaua electrică;
- Aplicația dorită (sisteme autonome, conectate la rețea, spațiale);
- Caracteristicile sistemului MPPT, în funcție de viteza de reacție, calitate;
- Tipul de realizare (analogică, numerică, mixtă).

Principii

Principiile regatoarelor MPPT, se bazează deseori pe "cotul" caracteristicii putere-tensiune ($P-V$). Este mai mult sau mai puțin, o metodă bazată pe tatonare, așa cum se poate vedea în figura de mai jos.

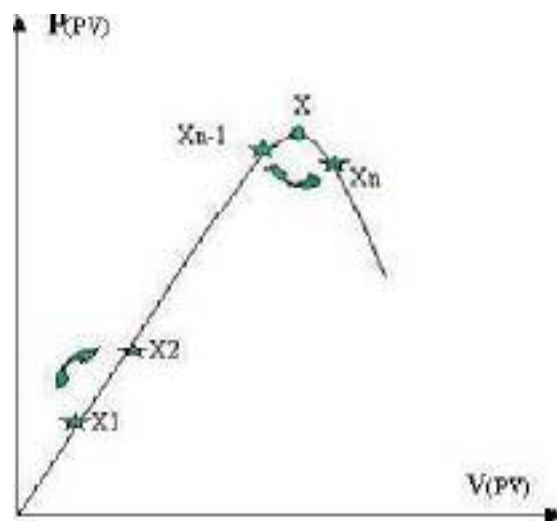


Figura 1: Principiul unui regator MPPT.

Fiind într-un anumit punct pe curbă (X_1), se urmărește dacă valoarea puterii în punctul următor este mai mare sau nu. Dacă "da", punctul de funcționare se deplasează în punctul următor (X_2), până când valoarea următoare (X_n) va fi mai mică decât cea precedentă (X_{n-1}). În acest moment, se consideră intervale mai mici între puncte și se reîncepe, plecând din (X_{n-1}), până se obține MPP (X).

Animația de mai jos vă permite să vizualizați căutarea MPP, prin modificarea tensiunii bateriei, pentru a găsi valoarea optimă în funcție de caracteristicile curent-tensiune ($I-V$) și putere-tensiune ($P-V$).

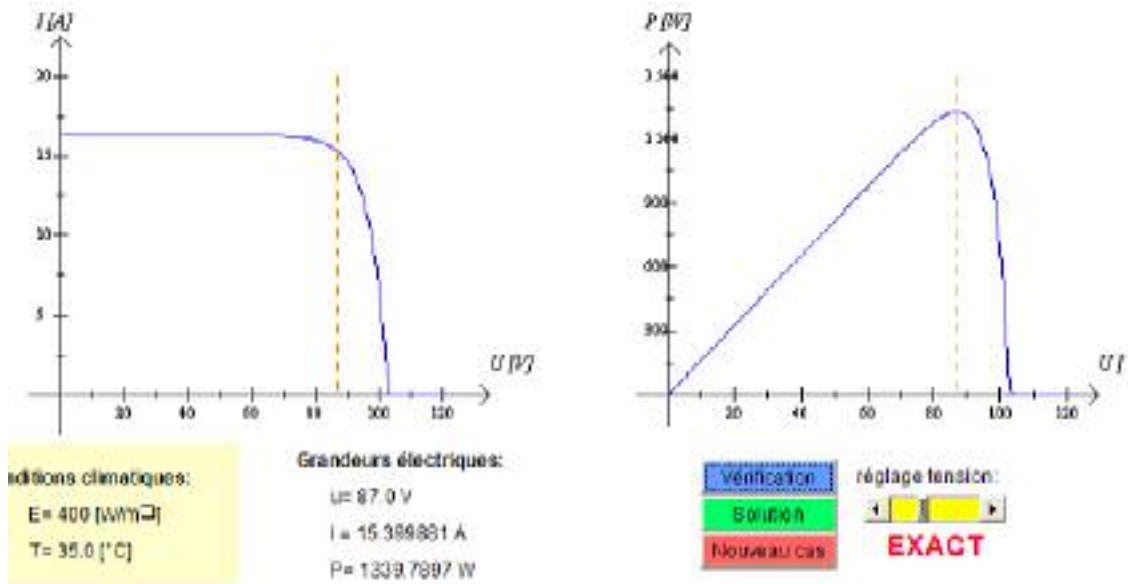


Figura 2: Căutarea MPP.

Totuși, acest principiu, aparent simplu de realizat în aceste condiții, devine mai puțin accesibil atunci când intervine și modificarea iluminării. Practic, atunci când se modifică intensitatea iluminării, de la E_1 la E_2 , cu $E_2 < E_1$, caracteristica $P-V$ se modifică. Punctul (X), care era până acum MPP, devine un punct de funcționare nesatisfăcător în noile condiții, așa cum se poate vedea în figura de mai jos. Se observă că un alt punct este MPP, notat (X').

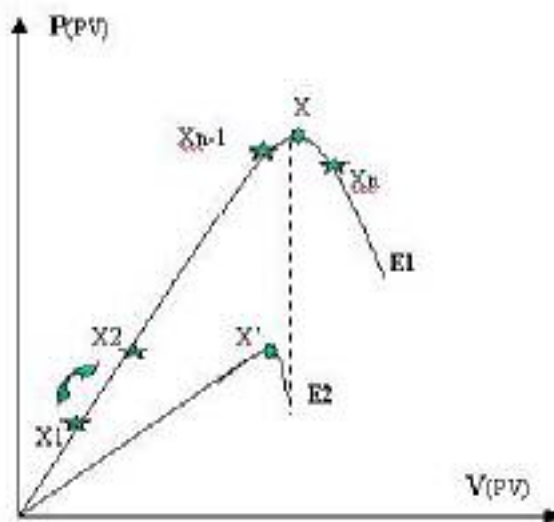


Figura 3: Consecința modificării iluminării asupra căutării MPP.

Ca și în cazul reguletoarelor lineare, controlul se bazează pe un sistem de reglare ce are variabilele de intrare și ieșire X_i , respectiv X_o . În cazul celor mai multe sisteme de reglare, este suficientă o

singură măsurătoare pentru a cunoaște raportul dintre X_o și X_i . Aceasta nu mai este însă valabilă într-un sistem în care acest raport depinde de timp.

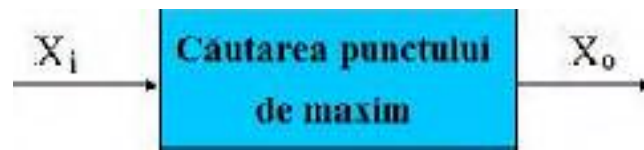


Figura 4: Schema bloc clasică.

Modificarea punctului X_i poate fi asimilată cu o perturbație în reglarea maximului. În consecință, dacă se cunoaște semnul derivatei lui X_o și dacă acesta arată că X_o se depărtează de maxim, regulatorul schimbă semnul și direcția lui X_i , pentru a regăsi maximul. Această evoluție permanentă a lui X_i determină oscilații permanente în jurul valorii maxime.

Totuși, există mai multe limite:

- Caracteristica putere-tensiune ($P-V$) a generatorului poate avea mai mult de un maxim. Această situație apare atunci când sunt conectate în serie sau în paralel multe celule FE, cu diodele lor de protecție.
- Apar variații bruște ale iluminării sau ale sarcinii. Dacă sistemul MPPT nu are o dinamică bună, MPP poate fi pierdut. Pe durata intervalului de regăsire a lui MPP, apar pierderi de putere.
- Există oscilații în jurul MPP pe durata căutării acestuia. Acestea determină pierderi.

Trebuie subliniat faptul că sistemele MPPT funcționează la frecvențe audio foarte înalte, între 20 kHz și 50 kHz. Avantajul circuitelor de înaltă frecvență îl constituie faptul că ele pot fi construite cu transformatoare cu randament foarte bun, gabaritul componentelor fiind mai mic.

Diferitele sisteme MPPT existente

După 1968 au fost realizate numeroase regulatoare MPPT.

• Primele regulatoare

Se bazează pe controlul unui întreruptor, prin intermediul unui comutator basculant. Acesta la rândul lui este controlat de două elemente: diferența dintre valoarea actuală a curentului I și valoarea sa maximă și diferența dintre valoarea actuală a tensiunii V și valoarea sa de vârf. Se face o alegere aleatoare între maximele diferențelor ΔI și ΔV , astfel încât să se obțină o funcționare aproape de MPP.

• Alte MPPT în aplicații spațiale

Mediul spațial diferă de cel de pe Pământ. Practic, cantitatea de iluminare depinde de poziția satelitului, care este o informație cunoscută și nu de condițiile meteorologice, ca pe Pământ. Din acest motiv, pot fi făcute anumite simplificări pentru evaluarea puterii furnizate de generatorul FE.

• Sistemele MPPT care utilizează algoritmi

Algoritmii de programare a reguletoarelor MPPT sunt relativ simpli, datorită limitelor tehnologice ale microprocesoarelor disponibile. Ei pot fi implementați cu ușurință pe un calculator sau un microprocesor.

Există, de asemenea, algoritmi ameliorați, analogici sau numerici. Practic, cei din urmă permit adaptarea comenzii, putându-se obține randamente de 100%.

Concluzie

Pentru ameliorarea reguletoarelor existente, cercetările trebuie să se focalizeze asupra caracterului lor:

- Dacă valoarea maximă a puterii este mare. Este cazul conectării unui număr mare de celule FE în serie sau în paralel.
- Dacă apar schimbări bruște ale iluminării sau ale sarcinii. În acest caz, curba de putere a generatorului FE și deci punctul său MPP poate fi modificată oricând.
- Cum se pot elimina pierderile determinate de sistemul de control? Natura oscilatorie a reglajului în jurul lui MPP determină performanțe slabe.