

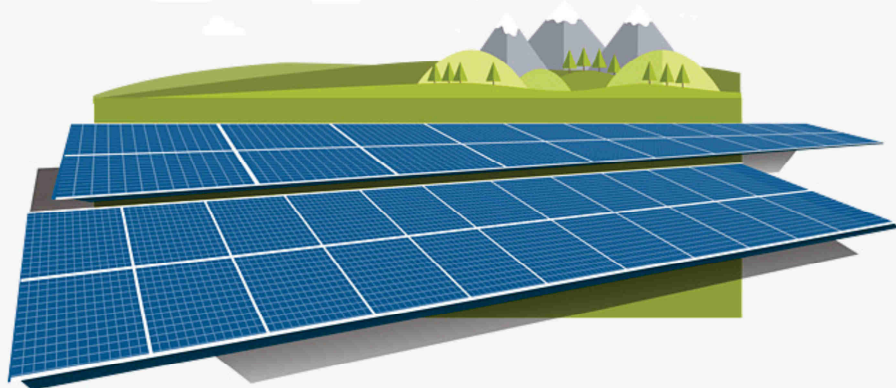


Modelagem e Controle de Sistemas Fotovoltaicos

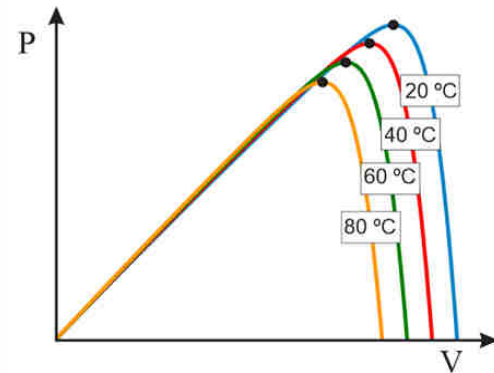
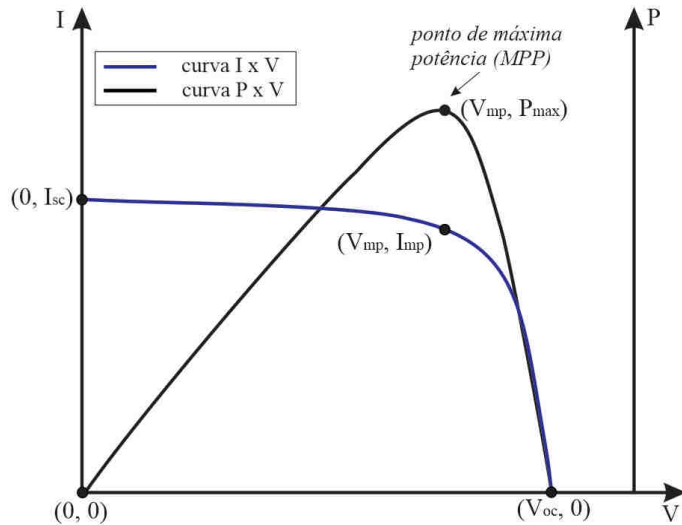
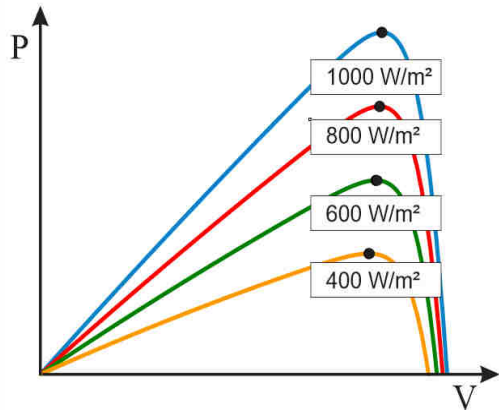
Aula 03 – P2: Algoritmos Seguidores do Ponto de Máxima Potência

Prof. Heverton Augusto Pereira

heverton.pereira@ufv.br

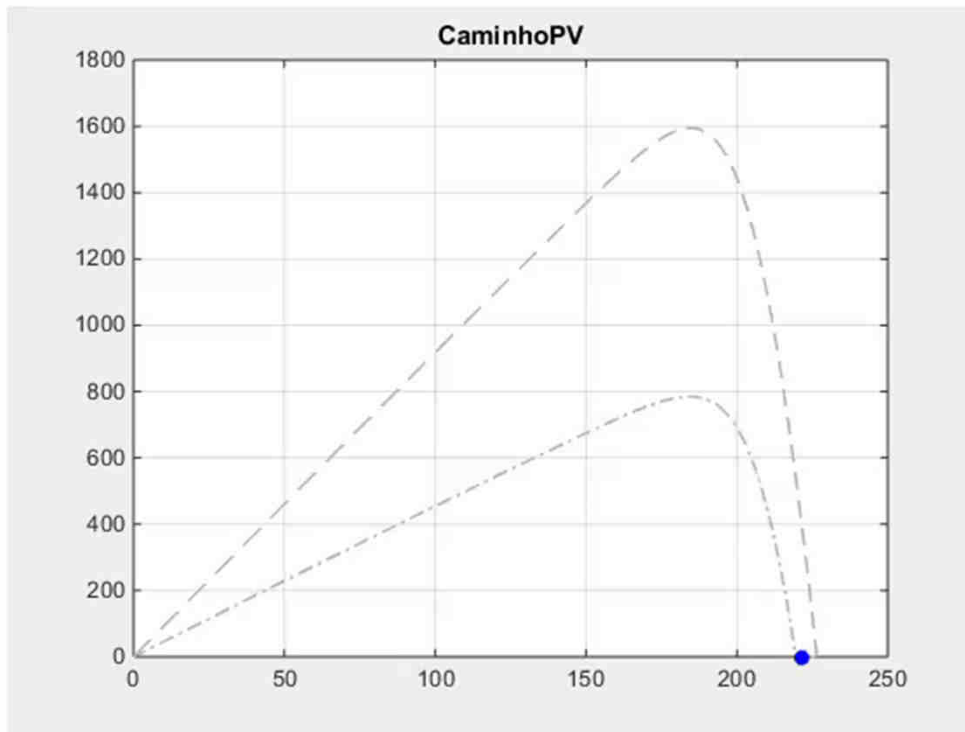


Como trabalhar no ponto de máxima potência?



Degrau de Irradiância

- Perfil 1 e 2: 500 para 1000 W/m² e 1000 para 500 W/m²;

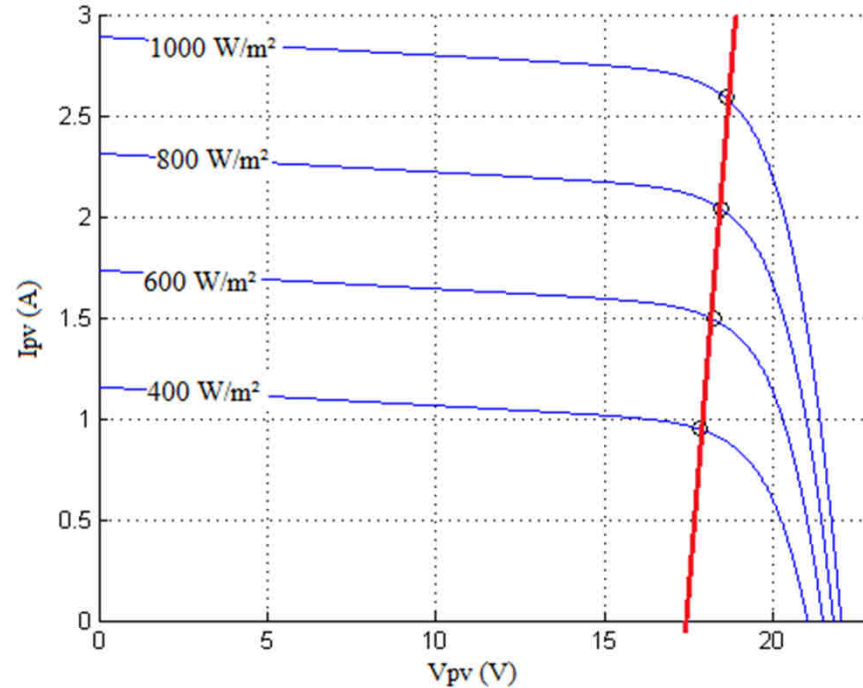


Algoritmos de MPPT

MPPT Technique	PV Array Dependent?	True MPPT?	Analog or Digital?	Periodic Tuning?	Convergence Speed	Implementation Complexity	Sensed Parameters
Hill-climbing/P&O	No	Yes	Both	No	Varies	Low	Voltage, Current
IncCond	No	Yes	Digital	No	Varies	Medium	Voltage, Current
Fractional V_{OC}	Yes	No	Both	Yes	Medium	Low	Voltage
Fractional I_{SC}	Yes	No	Both	Yes	Medium	Medium	Current
Fuzzy Logic Control	Yes	Yes	Digital	Yes	Fast	High	Varies
Neural Network	Yes	Yes	Digital	Yes	Fast	High	Varies
RCC	No	Yes	Analog	No	Fast	Low	Voltage, Current
Current Sweep	Yes	Yes	Digital	Yes	Slow	High	Voltage, Current
DC Link Capacitor Droop Control	No	No	Both	No	Medium	Low	Voltage
Load I or V Maximization	No	No	Analog	No	Fast	Low	Voltage, Current
dP/dV or dP/dI Feedback Control	No	Yes	Digital	No	Fast	Medium	Voltage, Current
Array Reconfiguration	Yes	No	Digital	Yes	Slow	High	Voltage, Current
Linear Current Control	Yes	No	Digital	Yes	Fast	Medium	Irradiance
I_{MPP} & V_{MPP} Computation	Yes	Yes	Digital	Yes	N/A	Medium	Irradiance, Temperature
State-based MPPT	Yes	Yes	Both	Yes	Fast	High	Voltage, Current
OCC MPPT	Yes	No	Both	Yes	Fast	Medium	Current
BFV	Yes	No	Both	Yes	N/A	Low	None
LRCM	Yes	No	Digital	No	N/A	High	Voltage, Current
Slide Control	No	Yes	Digital	No	Fast	Medium	Voltage, Current

ESRAM, T.; CHAPMAN, P. L. Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques. IEEE Transactions on Energy Conversion, p. 439-449, 2007.

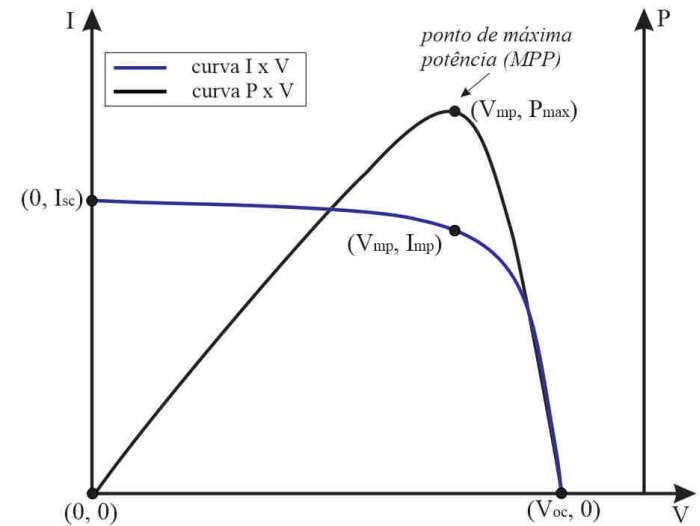
MPPT: Fração da tensão de circuito aberto



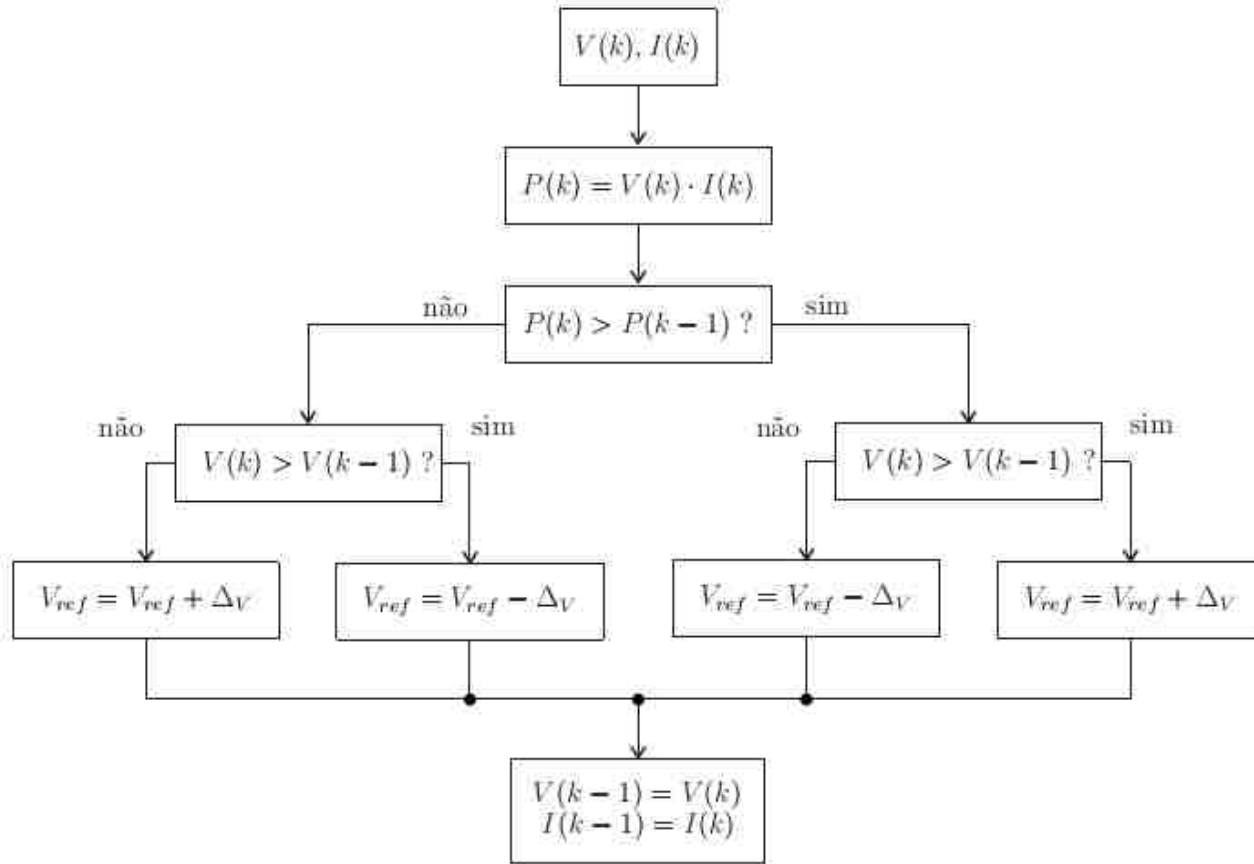
J. J. Schoeman and J. D. van Wyk, "A simplified maximal power controller for terrestrial photovoltaic panel arrays," in Proc. 13th Annu. IEEE Power Electron. Spec. Conf., 1982, pp. 361–367.

MPPT: P&O

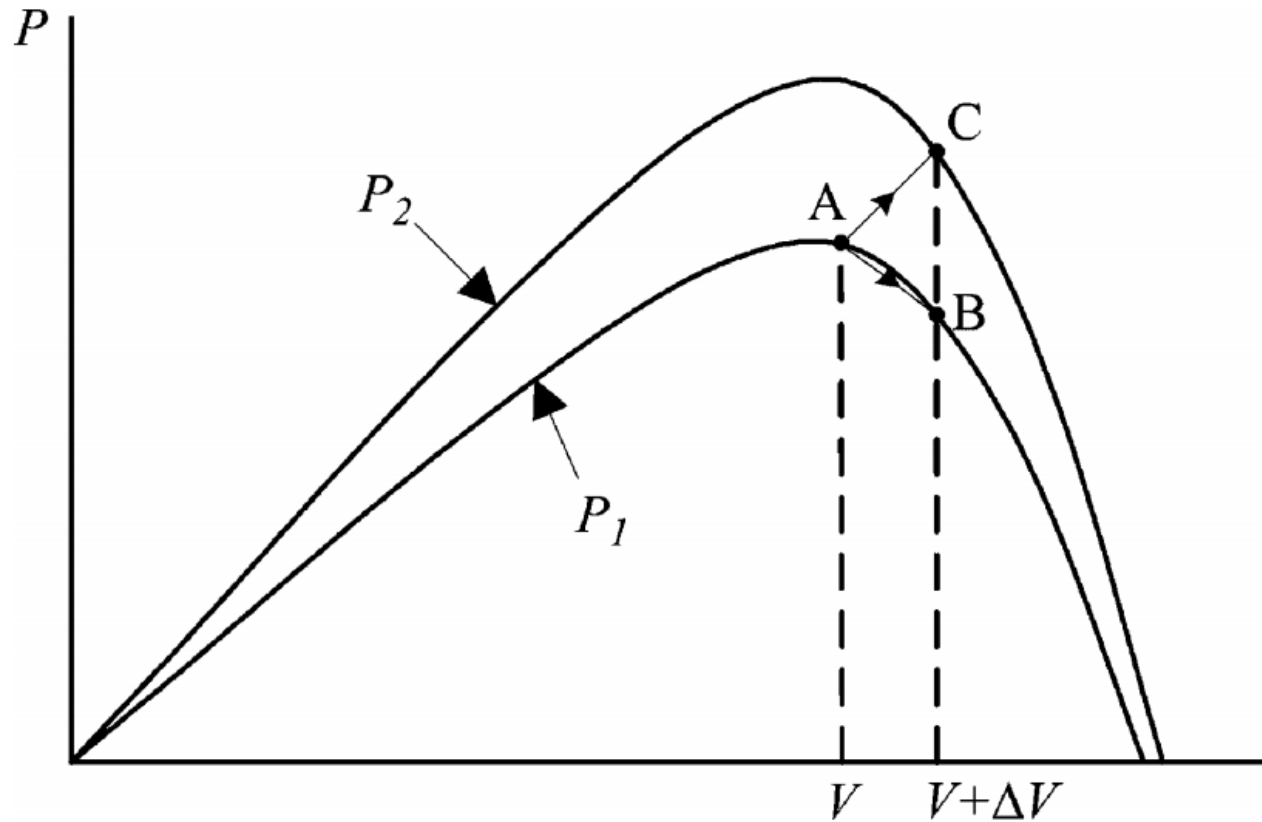
- Periodicamente incrementa ou decrementa a tensão e compara a potência de saída com seu valor anterior;
- Se a potência aumentou, a direção da perturbação continuará na mesma direção no próximo ciclo;
- Quando o MPP é alcançado, o algoritmo P&O oscilará em torno dele.



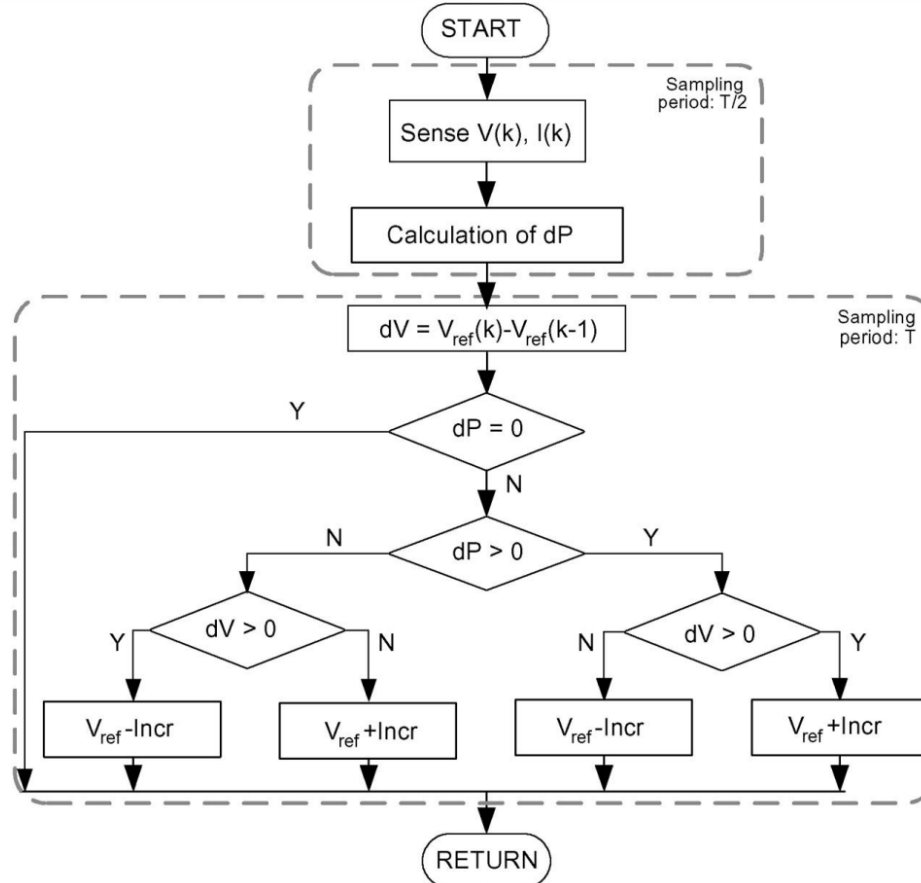
MPPT: P&O



MPPT: P&O limitações

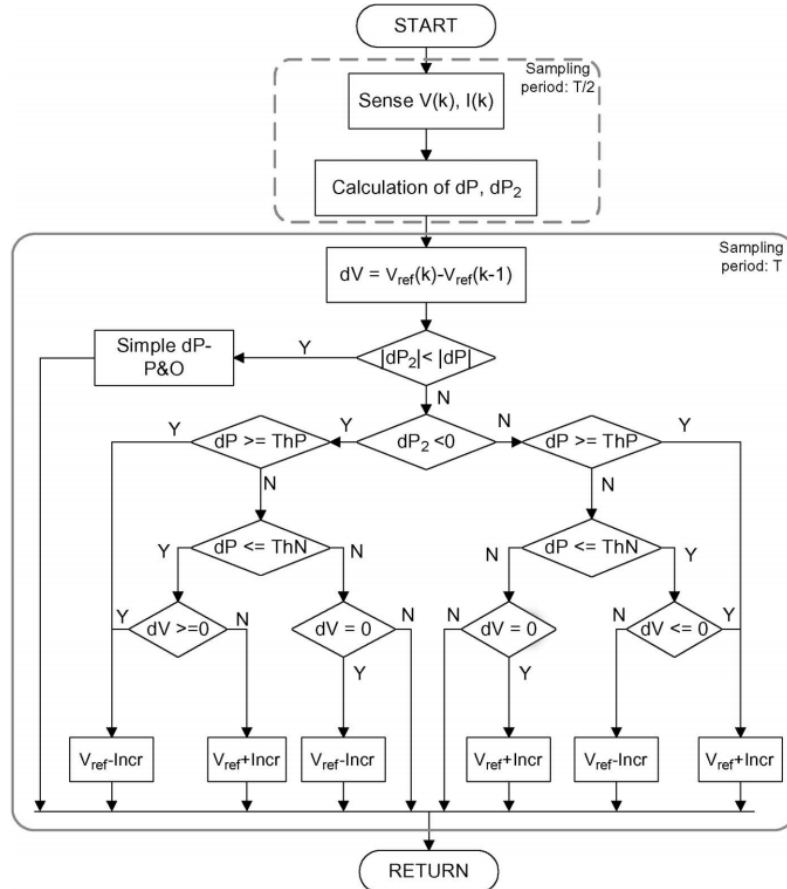


MPPT: dP-P&O

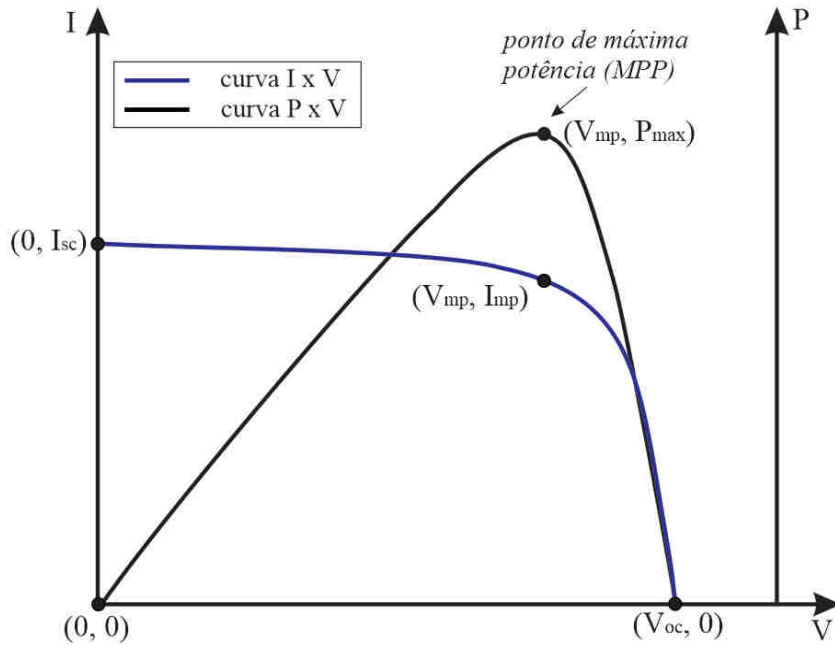


D. Sera, T. Kerekes, R. Teodorescu, and F. Blaabjerg, "Improved MPPT method for rapidly changing environmental conditions," in Proc. IEEE Int. Symp. Ind. Electron., 2006, vol. 2, pp. 1420–1425.

MPPT: dP-P&O modificado



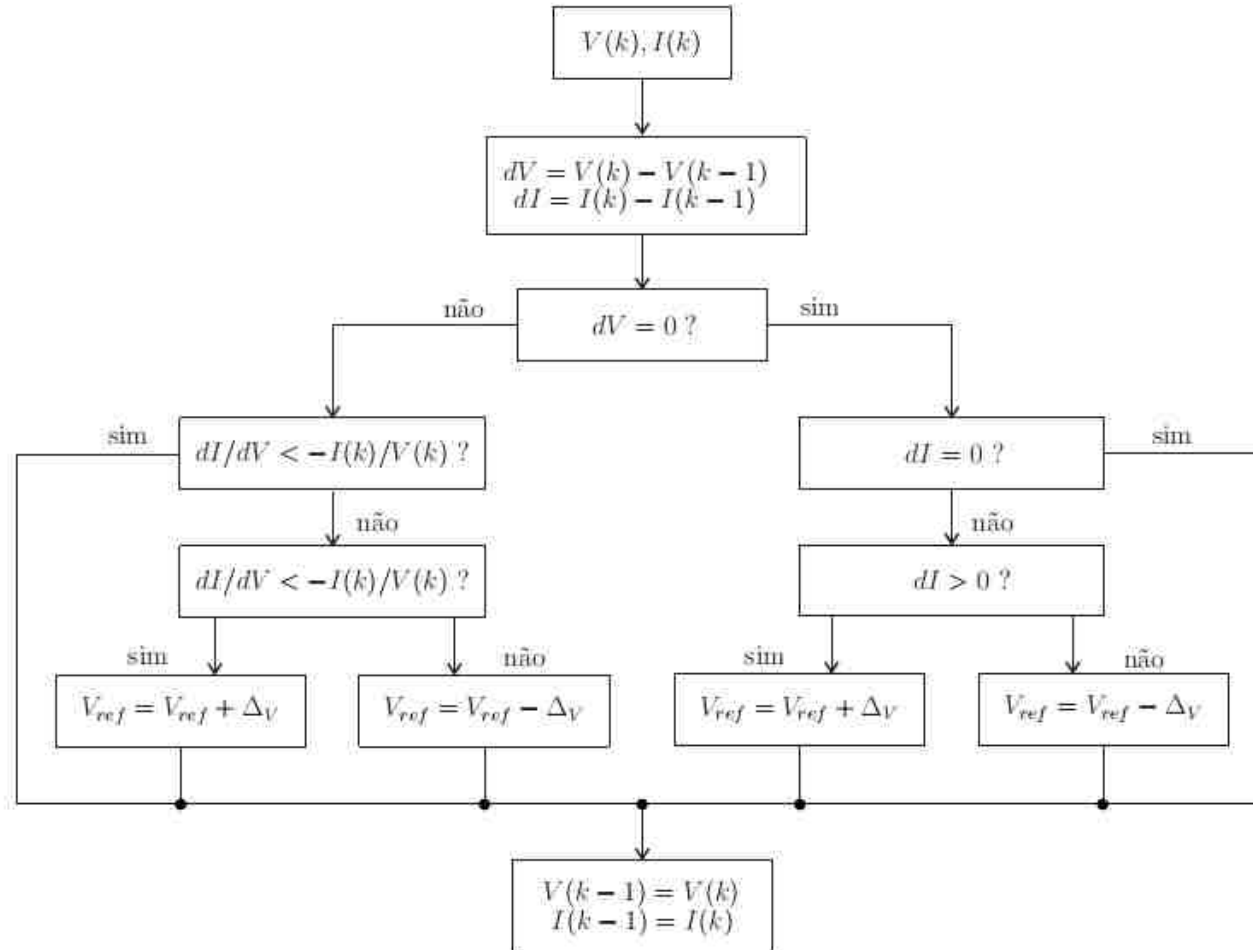
MPPT: Condutância Incremental



$$\begin{cases} dP/dV = 0, \\ dP/dV > 0, \\ dP/dV < 0, \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta I/\Delta V = -I/V, \\ \Delta I/\Delta V > -I/V, \\ \Delta I/\Delta V < -I/V, \end{cases}$$

MPPT: Condutância Incremental

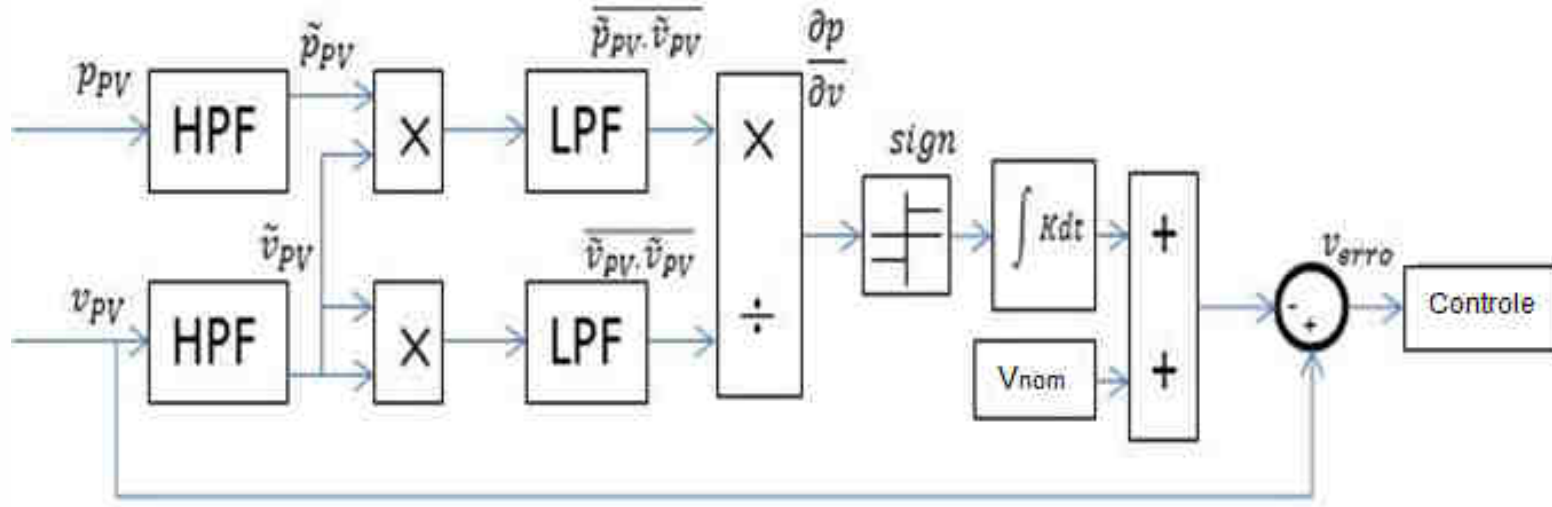


MPPT: Correlação de ripple

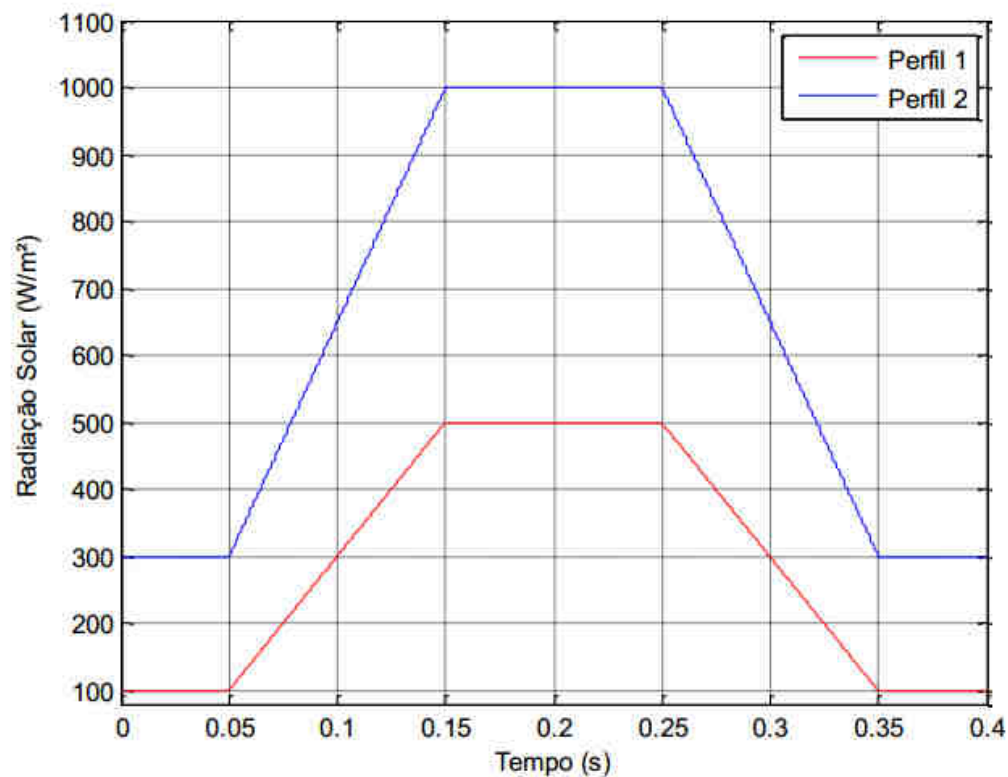
- Esse método usa o ripple da potência \tilde{p}_{PV} e o ripple de tensão \tilde{v}_{PV} para encontrar a derivada da potência dP/dV ;
- Usado um filtro passa alta de primeira ordem. Então, usa-se um filtro passa-baixa para calcular o valor médio da derivada;
- Se $\tilde{v}_{PV} \cdot \tilde{p}_{PV}$ é positivo, o ponto de operação está à esquerda do MPP ($dP/dV > 0$);
- se $\tilde{v}_{PV} \cdot \tilde{p}_{PV}$ é negativo o ponto de operação está à direita do MPP ($dP/dV < 0$).

MPPT: Correlação de ripple

$$\left(\frac{\partial p}{\partial v}\right) \cong \frac{\overline{\tilde{p}_{PV} \tilde{v}_{PV}}}{\overline{\tilde{v}_{PV} \tilde{v}_{PV}}}$$



Perfis de radiação para testes de MPPT



Eficiência Dinâmica:

$$\eta_{MPPTdyn}[\%] = 100 \int_0^{T_{mm}} \frac{P_{PV_meas}}{P_{PV_ideal}}$$

Eficiência Instantânea:

$$\eta_{MPPTins}[\%] = 100 \frac{P_{PV_meas}}{P_{PV_ideal}}$$



www.gesep.ufv.br



Gesep



gesep_vicosa



Gesep UFV



ES
Estimate - Sistemas
Fotovoltaicos



<https://play.google.com/store/apps/details?id=br.developer.gesep.estimate>



Obrigado!

Heverton Augusto Pereira

Prof. Departamento de Engenharia Elétrica | UFV

Coordenador da Gerência de Especialistas em Sistemas Elétricos de Potência | Gesep

Membro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica | PPGEL/CEFET-MG

E-mail: heverton.pereira@ufv.br