

B03 — PV polje s MPPT praćenjem

FMU model i upute za izradu PLC programa

Verzija 1.0

Studentska vježba — Homa Virtual Plant (Model-in-the-Loop)

Homa inženjering

www.homa.hr · info@homa.hr

© 2026 Homa inženjering. Sva prava pridržana.

Sadržaj

1. Cilj vježbe.....	3
2. Opis procesa (što model predstavlja).....	3
3. FMU sučelje — signali.....	3
3.1. Ulazi u FMU.....	3
3.2. Izlazi iz FMU-a (mjerjenja koja PLC čita).....	3
4. Što PLC treba postići (ciljevi upravljanja).....	4
5. Predložena struktura upravljanja (smjernica).....	4
6. Preporučene brzine (sample time).....	4
7. Testni scenariji i kriteriji prihvata.....	4
8. Povezivanje u Homa Virtual Plant.....	5
9. Napomene o modelu.....	5

1. Cilj vježbe

Dobivaš **FMU model** koji predstavlja fotonaponsko (PV) polje s pretvaračem. Tvoj zadatak je preko **Homa Virtual Planta** spojiti PLC na taj model i napisati **PLC program koji upravlja procesom** prema zadanim ciljevima.

Radi se o **Model-in-the-Loop (MIL)** postavi: model glumi stvarno postrojenje, tvoj PLC ga vodi, a ti razvijaš i testiraš svoj program na virtualnom sustavu. Model je „otvoren“ — ne sadrži vlastiti regulator; **svu regulaciju radi tvoj PLC preko ulaza modela**.

2. Opis procesa (što model predstavlja)

PV polje pretvara sunčevu ozračenost (`u_irradiance`) u DC snagu. Snaga ovisi o ozračenosti i temperaturi modula (`u_module_temperature`).

Na raspolaganju / u procesu:

- **P-V krivulja** ima vrh — točku maksimalne snage pri optimalnom naponu (V_{mp}).
- **MPPT zadatak**: PLC pomiče referencu DC napona (`u_dc_voltage_reference`) da nađe i drži taj vrh.
- **Brza strujna petlja** ostaje u pretvaraču (nije dio ove vježbe).

3. FMU sučelje — signali

Ovo je najvažniji dio. Obrati pažnju na smjer signala:

Smjer signala: ono što je za FMU **ULAZ**, za tvoj PLC je **IZLAZ** (naredba), i obrnuto. Aktuatore tvoj PLC **upisuje**; mjerenja tvoj PLC **čita**.

3.1. Ulazi u FMU

a) Aktuatori — njih upravlja tvoj PLC (PLC izlazi):

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
<code>u_dc_voltage_reference</code>	Real	V	~50 – 400	Referenca DC napona (MPPT aktuator)
<code>u_enable</code>	Real (0/1)	–	0 ili 1	Uklon pretvarača

b) Smetnje / scenarij — okolina, NE upravlja ih tvoj PLC:

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
<code>u_irradiance</code>	Real	W/m ²	0 – ~1000	Ozračenost (sunce)
<code>u_module_temperature</code>	Real	K	~270 – 330	Temperatura modula

Smetnje postaviš na **HMI-u PLC-a** (kao parametar / simulirani senzor), a PLC ih prosljeđuje FMU-u. One nisu izlaz tvog regulatora.

3.2. Izlazi iz FMU-a (mjerenja koja PLC čita)

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
<code>y_dc_voltage</code>	Real	V	~1 – 400	DC napon (prati referencu)

Varijabla (FMU)	Tip	Jedinica	Raspon	Opis
y_dc_current	Real	A	0 – ...	DC struja
y_dc_power	Real	W	0 – ...	DC snaga (veličina koju maksimiziraš)
y_estimated_vmp	Real	V	~50 – 300	Procijenjeni napon maksimalne snage

4. Što PLC treba postići (ciljevi upravljanja)

Tvoj PLC program treba:

1. Naći i držati točku maksimalne snage — maksimizirati y_dc_power mijenjajući u_dc_voltage_reference.
2. Pratiti promjene ozračenosti i temperature (pomak Vmp) bez gubitka vrha.
3. Ograničiti korak perturbacije da se izbjegne oscilacija oko vrha.
4. Sigurno uklopiti/isklopiti (u_enable) i reagirati na nagle promjene.

Ciljevi su zadani; **način regulacije osmišljavaš sam** (u nastavku je predložena struktura kao pomoć).

5. Predložena struktura upravljanja (smjernica)

MPPT algoritam (100 ms – 2 s):

- Perturb & Observe: mijenjaj u_dc_voltage_reference u malim koracima; ako je nova y_dc_power veća, nastavi u istom smjeru, inače obrni.
- Veličina koraka: kompromis brzina vs oscilacija; smanji korak blizu vrha.

Zaštita / limiti:

- Ograniči raspon napona; y_estimated_vmp koristi kao grubu orijentaciju.

6. Preporučene brzine (sample time)

Sloj	Preporučeni ciklus
MPPT algoritam	100 ms – 2 s
Zaštita / limiti	~100 ms
Komunikacijski korak FMU co-simulacije	~0.1 – 1 s

Dinamika modela je brza (~0.2 s), pa uzmi manji komunikacijski korak (npr. 0.1 s) ako želiš vidjeti tranzijente.

7. Testni scenariji i kriteriji prihvata

Scenarij	Kako izazvati	Očekivano ponašanje PLC-a	Kriterij prolaza
Rampa ozračenosti	u_irradiance 200 → 900	MPPT prati novi vrh	y_dc_power blizu raspoloživog maksimuma
Rampa temperature	u_module_temperature 300 → 320	prilagoditi napon (Vmp pada)	bez gubitka vrha
Perturbacija	mali koraci napona	stabilno praćenje	bez trajne oscilacije
Uklop/isklop	u_enable 0 ↔ 1	siguran start/stop	bez skokova
Šum senzora	dodati šum na y_dc_power	robustnost MPPT-a	ostaje kod vrha

Opći kriteriji: regulirane veličine u granicama, bez nestabilnosti/prečestog cikliranja, ispravna reakcija na kvarove.

8. Povezivanje u Homa Virtual Plant

5. Učitaj Plant.fmu (kompajlirani model) u Homa VP.
6. Mapiraj FMU varijable: **aktuatori** (u_*) kao izlaze PLC-a, **mjerjenja** (y_*) kao ulaze.
7. Smetnje (u_irradiance, u_module_temperature) postavi na HMI-u kao radne uvjete i testove; PLC ih proslijeđuje FMU-u.
8. Odaberi komunikacijski kanal (npr. OPC UA / S7) i pokreni zatvorenu petlju.

Model je konfiguriran za **StopTime 600 s** (Interval 1 s). Tempo stvarnog vremena vodi Homa VP preko faktora brzine.

9. Napomene o modelu

Važno: model je pojednostavljeni starter plant za razvoj i test PLC logike — **nije validirani industrijski model**. Parametri su ilustrativni; prije stvarne primjene treba ih kalibrirati.

- Dinamika je približna; namjena je vježba upravljanja, ne točna procesna analiza.
- Brza strujna petlja (PWM) ostaje u pretvaraču; ovdje se radi samo nadređeni MPPT.