

# Proiect: Modelarea procesului unui sistem fotovoltaic

## Cuprins

1. Prezentarea procesului ales
2. Rețeaua Petri
3. Descrierea pozițiilor și tranzițiilor
4. Concluzii
5. Bibliografie

## 1. Prezentarea procesului ales

### Procesul Simplificat al unui Sistem Fotovoltaic

Un **sistem fotovoltaic (PV)** integrează panouri solare, o baterie (PowerWall) și rețeaua electrică. Se pune accent pe gestionarea energiei în două scenarii principale: atunci când există un exces de energie solară și când există un deficit. Alte scenarii, cum ar fi dependența totală de rețea sau stările de standby, sunt excluse din acest proces pentru simplitate. Sistemul trece dinamic între încărcarea bateriei în cazul excesului de energie și descărcarea bateriei în cazul deficitului, suplinind cu energie din rețea, dacă este necesar.

## Stările operaționale de bază și tranzițiile acestora

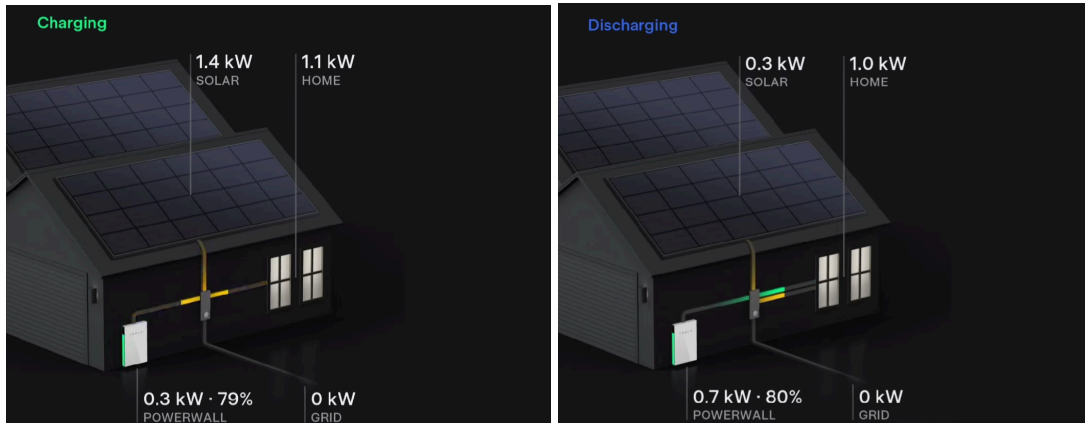
### 1. Starea de încărcare (consecință a unui exces de energie solară)

- **Definiție:** Panourile solare generează mai multă energie decât consumă gospodăria, iar surplusul este stocat în baterie.
- **Condiții:**
  - Producție solară > Consum gospodărie.
  - SOC-ul bateriei crește, absorbind energia în exces.
- **Exemplu:**
  - Solar = 1,5 kW, Gospodărie = 1,0 kW, Baterie = 0,5 kW în încărcare, SOC = 80%.
- **Tranziție:**
  - Dacă producția solară scade și devine mai mică decât consumul gospodăriei → Starea se schimbă în **Descărcare**.

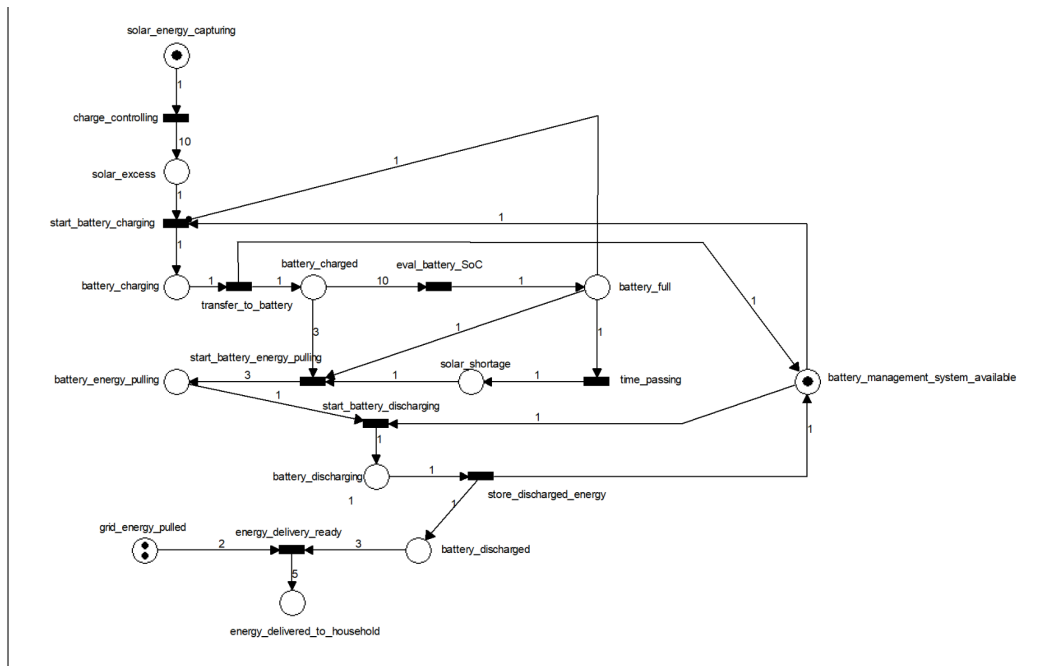
### 2. Starea de descărcare (consecință a unui deficit de energie solară)

- **Definiție:** Când energia solară este insuficientă pentru a satisface cererea gospodăriei, bateria se descarcă pentru a acoperi deficitul. Dacă bateria nu poate acoperi complet deficitul, rețeaua completează energia necesară.
- **Condiții:**
  - Producție solară + Output baterie < Consum gospodărie.
  - SOC-ul bateriei scade pe măsură ce se descarcă.
  - Utilizarea energiei din rețea suplimentează energia necesară.
- **Exemplu 1 (Fără suport din rețea):**
  - Solar = 1,0 kW, Gospodărie = 1,5 kW, Baterie = 0,5 kW descărcare, SOC = 50%.
- **Exemplu 2 (Cu suport din rețea):**
  - Solar = 0,5 kW, Gospodărie = 2,0 kW, Baterie = 0,8 kW descărcare, Rețea = 0,7 kW, SOC = 30%.
- **Tranziție:**

- Dacă producția solară crește și depășește consumul gospodăriei → Starea se schimbă în **Încărcare**.
- Dacă SOC-ul bateriei ajunge la pragul minim → Sistemul depinde exclusiv de rețea (nu este modelat).



## 2. Rețeaua Petri



Modelul rețelei Petri reprezintă un sistem de gestionare a energiei solare integrat cu operațiunile bateriilor și suportul din rețea. Logica sistemului se învâрте în jurul captării energiei solare, stocării acesteia într-o baterie și distribuției către o gospodărie, cu

prevederi pentru gestionarea excesului de energie sau a deficitului. Tranzițiile semnifică diverse acțiuni operaționale, cum ar fi încărcarea, descărcarea și gestionarea fluxului de energie, în timp ce pozițiile indică stările și resursele implicate, cum ar fi energia captată, starea bateriei și utilizarea energiei din rețea.

### 3. Descrierea tranzițiilor și pozițiilor

#### Descrierea Pozițiilor

1. **solar\_energy\_capturing (captarea\_energiei\_solare):**
  - Reprezintă captarea energiei din panourile solare.
  - Tokenul de start: semnifică disponibilitatea energiei solare pentru procesare.
2. **solar\_excess (exces\_solar):**
  - Reprezintă surplusul de energie solară care depășește capacitatea imediată de utilizare sau stocare.
  - Tokenurile indică necesitatea gestionării sau redirectionării excesului de energie.
3. **battery\_charging (încărcarea\_bateriei):**
  - Denotă procesul de transfer al energiei în baterie.
  - Tokenul semnifică faptul că energia este stocată activ.
4. **battery\_management\_system\_available (sistem\_de\_gestionare\_baterie\_disponibil):**
  - Reflectă disponibilitatea sistemului de gestionare a bateriei pentru a controla operațiile de încărcare sau descărcare.
  - Tokenul asigură sincronizarea tranzițiilor cu disponibilitatea sistemului.
5. **battery\_charged (baterie\_încărcată):**
  - Tokenurile indică nivelul de încărcare (SoC) al bateriei.
6. **battery\_full (baterie\_plină):**
  - Indică faptul că bateria este la capacitate maximă.
  - Tokenurile impun condiții pentru a preveni supraîncărcarea.
7. **solar\_shortage (deficit\_solar):**
  - Indică perioadele când energia solară este insuficientă.
  - Tokenul declanșează utilizarea energiei stocate sau din rețea.

- Are loc după atingerea capacității maxime a SoC.
- 8. **battery\_energy\_pulling (extracția energiei din baterie):**
  - Reprezintă starea prin care bateria furnizează energie gospodăriei.
  - Tokenurile semnifică descărcarea activă a energiei.
- 9. **battery\_discharging (descărcarea bateriei):**
  - Reprezintă starea de eliberare a energiei stocate.
  - Tokenurile semnifică cicluri active de descărcare.
- 10. **battery\_discharged (baterie\_descărcată):**
  - Indică faptul că energia descărcată din baterie e gata de transfer în sistemul gospodăriei.
- 11. **grid\_energy\_pulled (energie din rețea):**
  - Reprezintă dependența de energia externă din rețea în timpul deficitului.
  - Tokenurile indică gradul de dependență de rețea.
- 12. **energy\_delivered\_to\_household (energie distribuită gospodăriei):**
  - Monitorizează energia livrată către sistemele gospodăriei.
  - Tokenurile asigură satisfacerea cererii de energie.

## Descrierea Tranzițiilor

1. **charge\_controlling (controlarea încărcării):**
  - Se activează în urma capturii solare de energie.
  - Regulează voltajul, curentul.
2. **start\_battery\_charging (începerea încărcării bateriei):**
  - Inițiază transferul de energie solară către baterie pentru stocare.
  - Activată când energia solară este disponibilă și bateria este gata de încărcare (nu este plină).
3. **transfer\_to\_battery (transfer\_la\_baterie):**
  - Facilitează fluxul de energie de la captarea solară către baterie.
  - Acumulează token-urile (unitățile de energie) în poziția *battery\_charged* (baterie).
4. **eval\_battery\_SoC (evaluarea stării de încărcare a bateriei):**
  - Evaluează starea de încărcare (SoC) a bateriei.
  - Produce token pentru poziția *battery\_full*.
5. **start\_battery\_energy\_pulling (începerea extracției energiei din baterie):**
  - Inițiază descărcarea bateriei pentru a furniza energie gospodăriei.

- Se activează în funcție de pozițiile *solar\_shortage* (când e deficiență solară) și *battery\_full* (când e atins nivelul maxim al încărcării bateriei).
  - Consumă 3 token-uri (care reprezintă unități de energie) din poziția *battery\_charged*.
6. **start\_battery\_discharging (începerea\_descărcării\_bateriei):**
- Activează poziția de descărcare a bateriei, în funcție de disponibilitatea sistemului de management.
7. **start\_battery\_discharging (începerea\_descărcării\_bateriei):**
- Activează procesul de descărcare a bateriei pentru a sprijini nevoile de energie ale gospodăriei.
  - Controlată de condițiile sistemului de gestionare a bateriei.
8. **store\_discharged\_energy (stocarea\_energiei\_descărcate):**
- Token-urile asigură contabilizarea energiei din baterie care urmează a fi livrată.
9. **energy\_delivery\_ready (disponibilitatea\_livrării\_energiei)**
- Se activează când energia descărcată din baterie și cea din rețea sunt disponibile.

## 4. Concluzii

Modelul rețelei Petri conceput pentru un sistem hibrid de management al energiei solare oferă un cadru cuprinzător pentru înțelegerea fluxului de energie între panouri solare, baterii, sisteme de uz casnic și rețea. Prin valorificarea perspectivelor din lumea reală, cum ar fi necesitatea conversiei energiei atât în procesele de încărcare, cât și în cele de descărcare, modelul surprinde în mod eficient dinamica critică a sistemelor de energie regenerabilă.

Acest proiect demonstrează modul în care structurile logice precum rețelele Petri pot fi folosite pentru a modela procese complexe, permițând vizualizarea clară a stărilor, tranzițiilor și dependențelor.

## 5. Bibliografie



<https://youtu.be/GCsVxWh995o?si=yG5ZEtld40BVJ87d>

<https://youtu.be/WGSAi9-QUwk?si=tBZ141eVMWq82Q1U>

[https://youtu.be/Gyk0fhxQNE8?si=Gd\\_cMjVS9y\\_IU6uO](https://youtu.be/Gyk0fhxQNE8?si=Gd_cMjVS9y_IU6uO)

[https://epxx.co/artigos/petri\\_en.html](https://epxx.co/artigos/petri_en.html)

<https://pflow.xyz/docs-petri-net-101>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Petri\\_net](https://en.wikipedia.org/wiki/Petri_net)

<https://corporate.enelx.com/en/question-and-answers/how-does-a-photovoltaic-system-work#:~:text=A%20photovoltaic%20system%20is%20a.residential%20and%20industrial%20electricity%20systems.>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Photovoltaic\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Photovoltaic_system)