

# BME – MVM Smart Power Laboratórium

---

Dr. Raisz Dávid

Docens, BME Villamos Energetika Tanszék

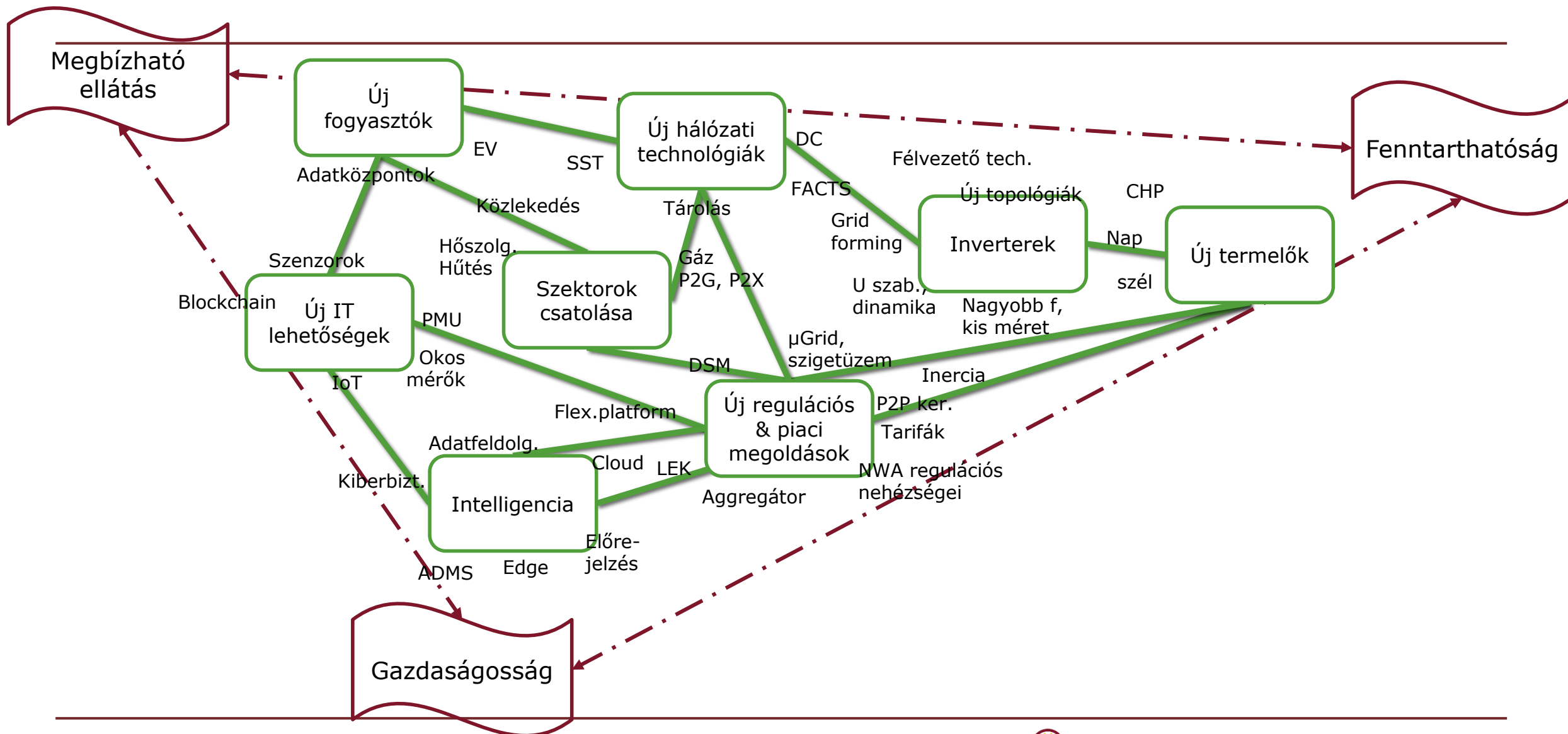
Laboratóriumvezető

# Szakmai délután - program

---

<b>13:00 – 13:10</b>	Üdvözlések	Dr. Danyek Miklós Dr. Raisz Dávid
<b>13:10 – 13:45</b>	Valós idejű szimuláció elmélete, alkalmazási területei	Dr. Raisz Dávid
<b>13:45 – 14:15</b>	Mesterséges inercia megvalósítása inverterekkel	Sütő Bence
14:15 – 14:45	Kávészünet, büfé	
<b>14:45 – 15:15</b>	Védelmek és automatikák vizsgálata, szigetüzem érzékelés	Dr. Csatár János
<b>15:15 – 15:45</b>	VER-SCADA-kiberbiztonság	Dr. Csatár János
<b>15:45– 16:00</b>	Zárszó	Dr. Raisz Dávid
16:00 – 17:00	Kötetlen beszélgetés, büfé	

# Kihívások



# Kihívások – válaszok

- > Megújuló, decentralizált források
- > Fogyasztók szerepkörének változása
- > Elektronikus eszközök terjedése
- > Digitalizáció, infokomm.rendszerek
- > Szektorösszekapcsolás



- > Új műszaki megoldások
- > Új szolgáltatások
- > Gyors fejlesztés
- > Tesztelés (valós üzemi körülmények)
- > Adaptálás változó kihívásokhoz

# Külföldi minták: hosszú távú partnerségek

---

- > RWTH Aachen University – E.ON Energy Research Center
- > North Carolina State University – ABB US HQ.
- > Audi – TUM
  
- > Ericsson – KTH, Chalmers, Lund, RWTH, BME...
  
- > MIT – BP, Boeing, Du Pont, eni, Ford Motor, Google, Intel, Lockheed Martin, Novartis, Raytheon, Samsung, Sanofi, Shell, Siemens, TOTAL...



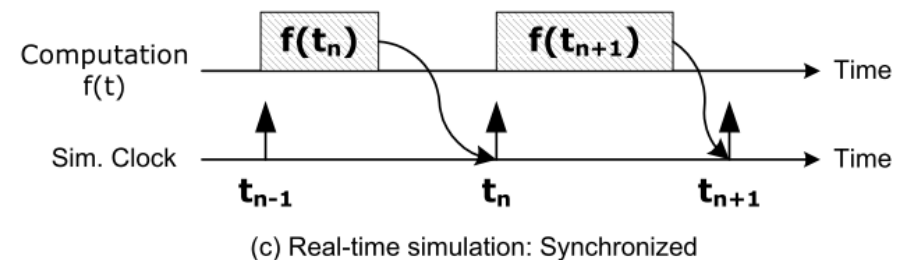
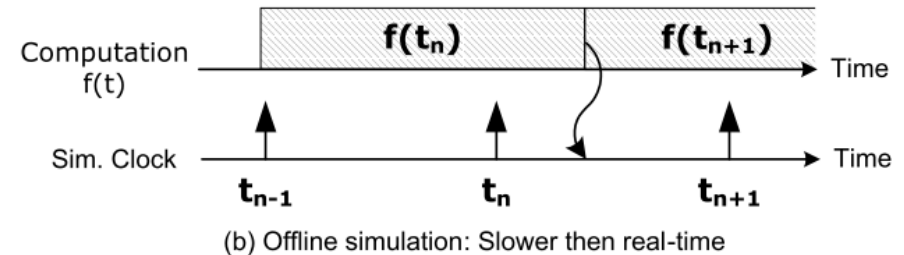
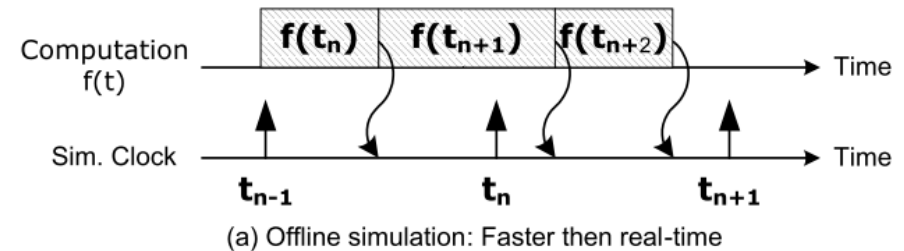
# Valós idejű szimuláció

---

A Smart Power Labor lelke

# Mi az a valós idejű szimuláció?

- > Offline digitális szimuláció (amit megszoktunk): minél gyorsabb legyen.
- > Mai digitális RTS
  - > Fix időlépcső



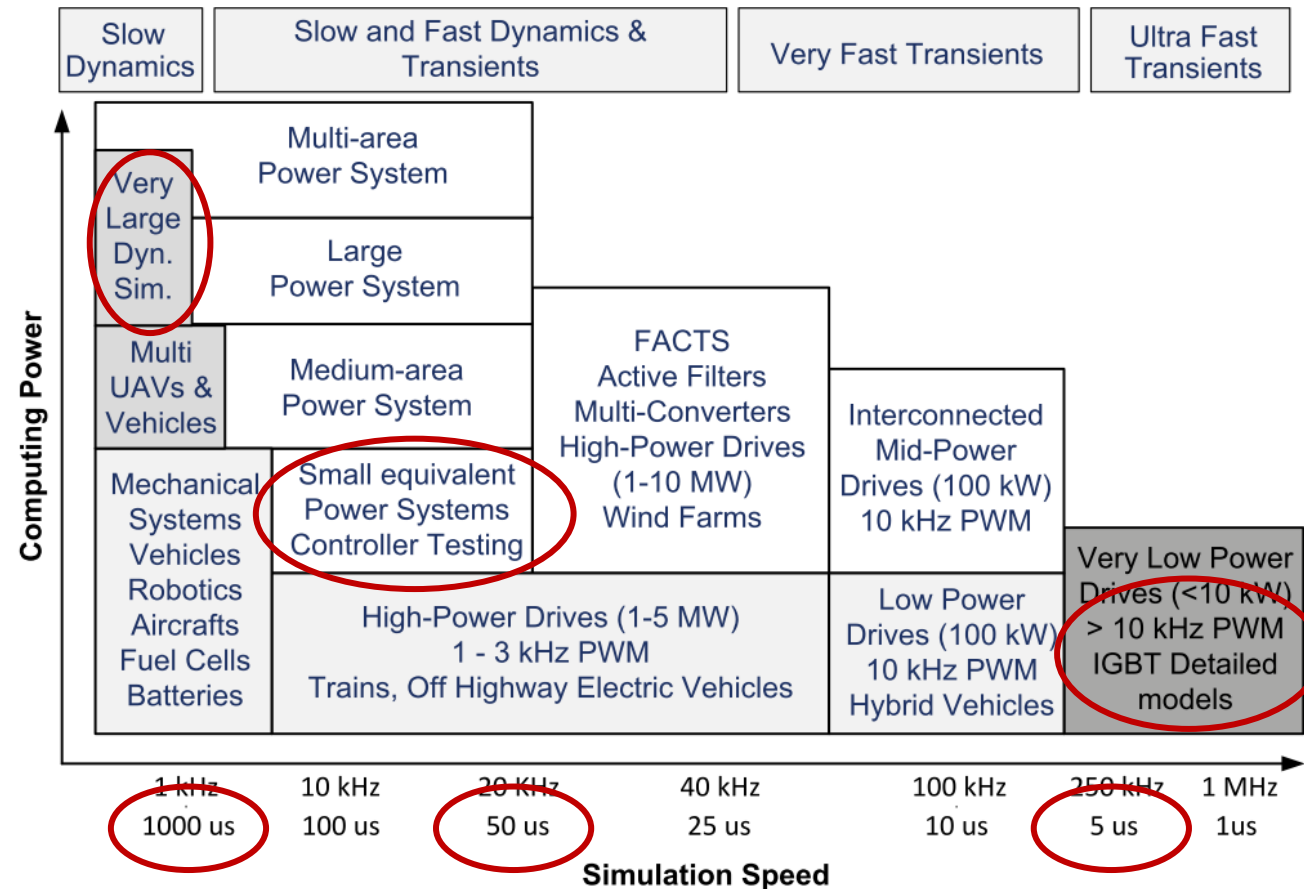
# Mi az a valós idejű szimuláció?

- > Egy szimulációs időlépcső során elvégzendő feladatok:
    - > Bemenetek olvasása (pl. fizikai eszköztől), kimenetek előállítása
    - > Folyamatokat leíró egyenletek megoldása
    - > Többi szimulációs csomóponttal (CPU) való kommunikáció
    - > Interpoláció, korrekciós lépések
  
  - > Kisebb időlépcső
  - > Összetettebb rendszer
  - > Sok I/O
- } → nagyobb számítási teljesítmény
- >  $\text{Időlépcső} < \text{legkisebb időállandó} * 5..10\%$



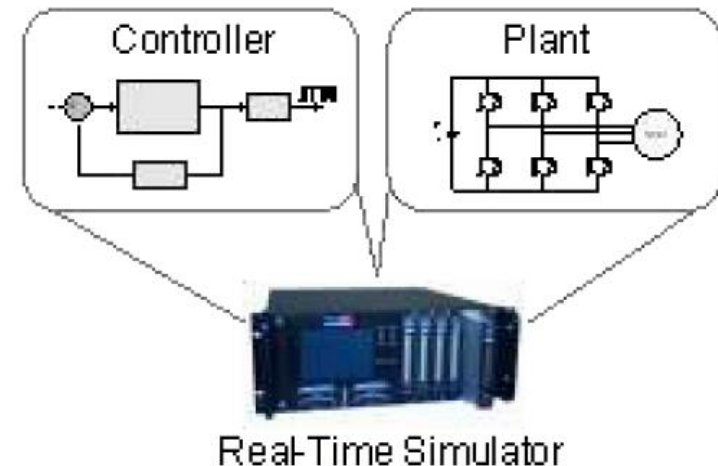
# Mi az a valós idejű szimuláció?

## > Szimulációs időlépcső és szimulált rendszer



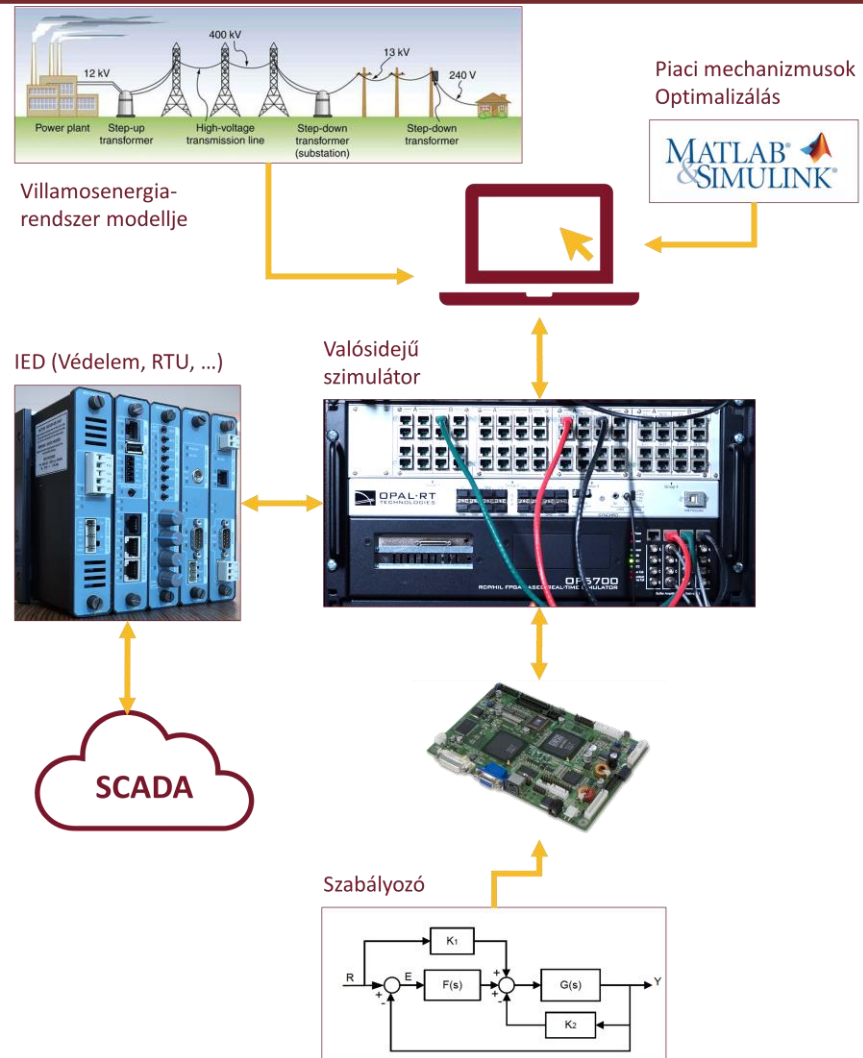
# Funkcionális kategóriák – SIL

- > Software-In-the-Loop (SIL, model-in-the-loop, processor-in-the-loop)
  - > A teljes rendszert (hálózat, vezérlés, védelmek stb.) a szimulátorban modellezzük
  - > Nincs I/O
- > Ez majdnem olyan, mint egy off-line szimuláció



# Funkcionális kategóriák – CHIL

- > Hardware-In-the-LOOP (HIL)
  - > Controller HIL (CHIL)
    - > Kisjelű készülék valós (pl. vezérlő, védelem)
    - > ~10V, ~10mA nagyságrend
    - > esetleg külön u és külön i erősítése

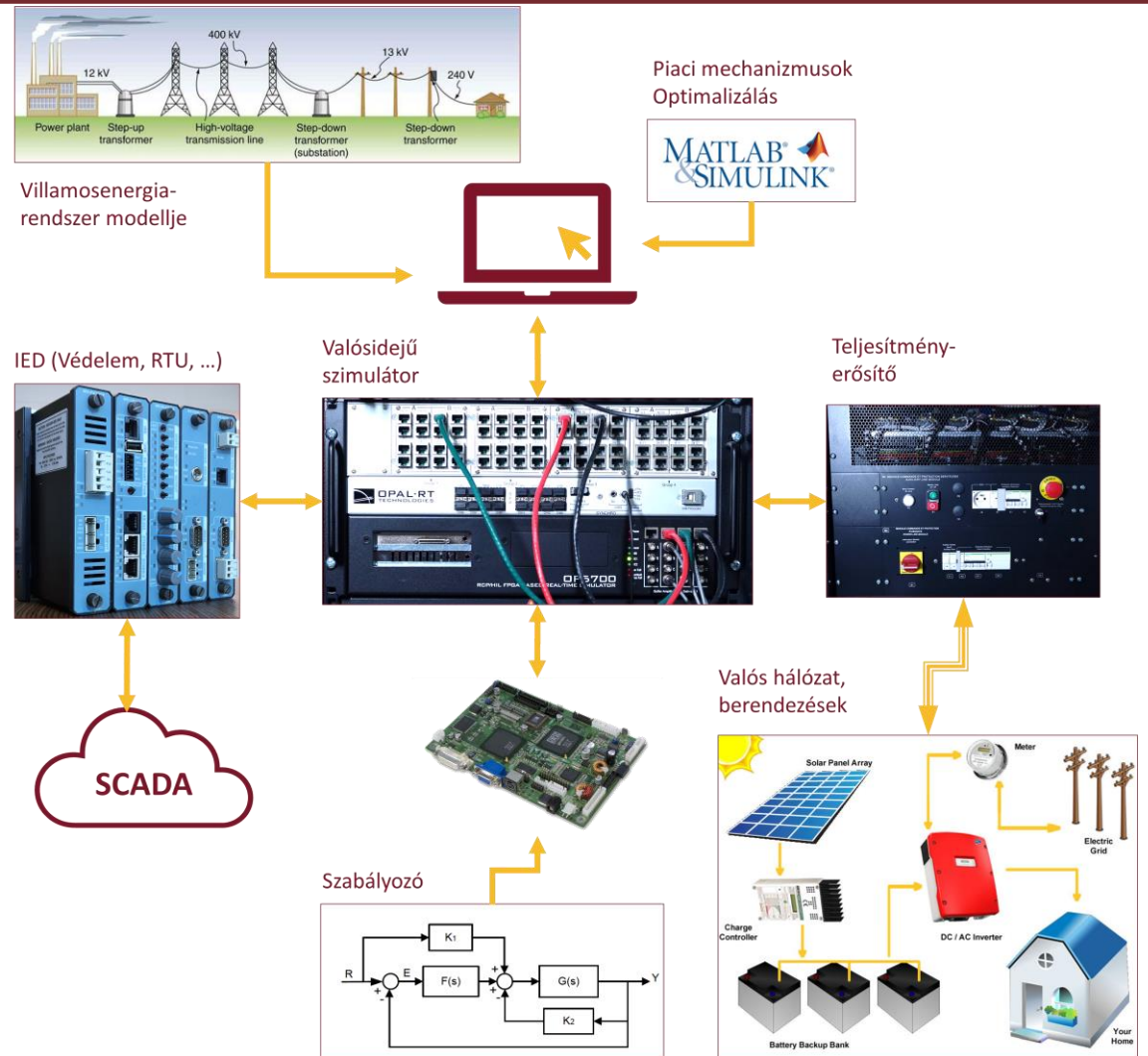


# Funkcionális kategóriák – PHIL

## > Hardware-In-the-LOOP (HIL)

### > Power HIL (PHIL)

- > Nagy teljesítményű berendezés valós (pl. motor, hálózatrész, PV, fogyasztó...)



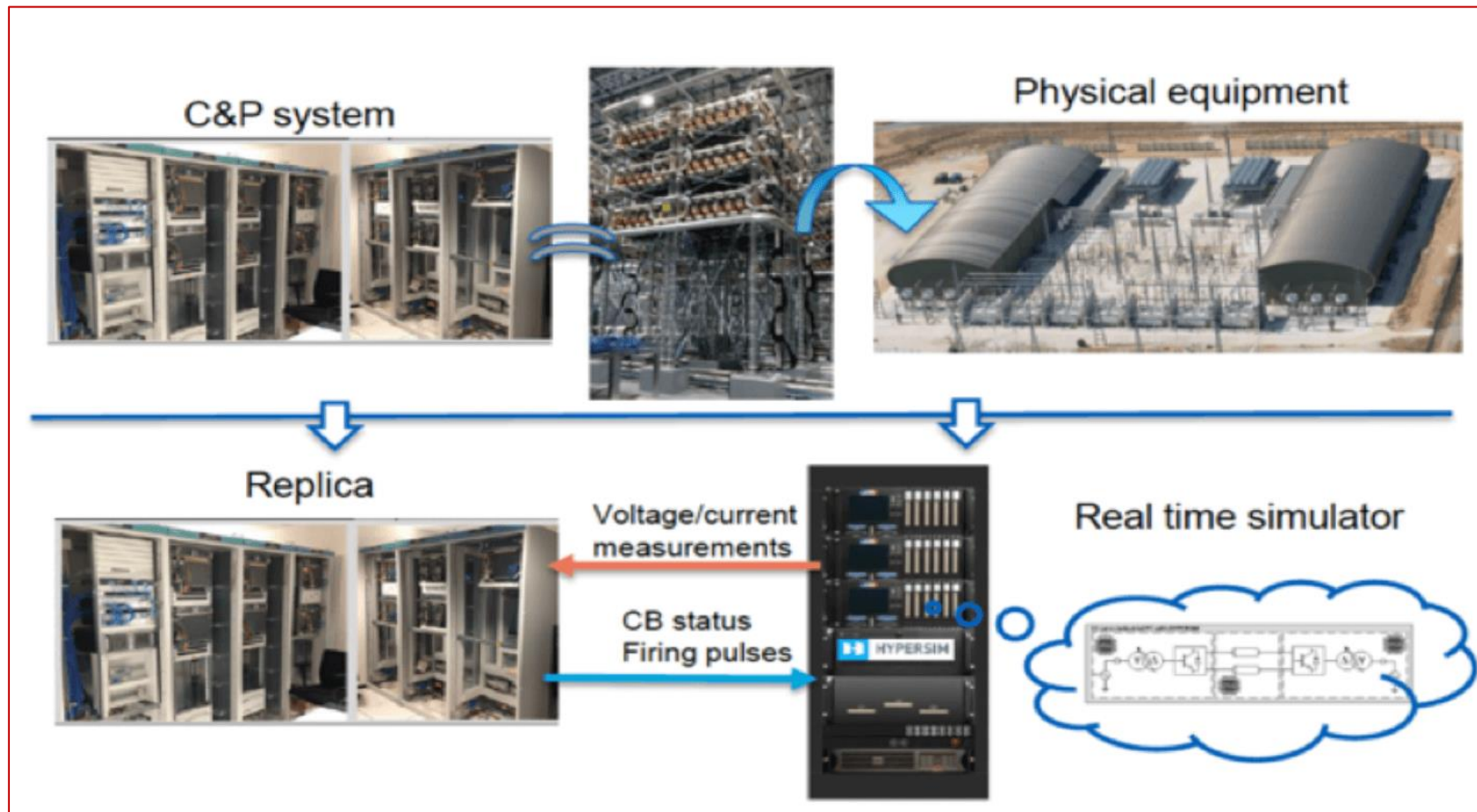
# Alkalmazási területek – példák

---

- > Védelmek és automatikák tesztelése
- > Mikrogrid rekonfiguráció algoritmusok vizsgálata
- > PV inverterek P/Q szabályozási stratégiáinak vizsgálata
- > Elosztott feszültség szabályozást megvalósító algoritmus és eszközök tesztelése
- > PMU alkalmazások (Állapotbecslés, stabilitás, FTK,...)
- > Kiber-fizikai kozsimuláció
- > Távoli helyszínek összekapcsolhatók!

# Alkalmazási területek – példák

RTE laborja: 13 SVC / HVDC vezérlő másolata

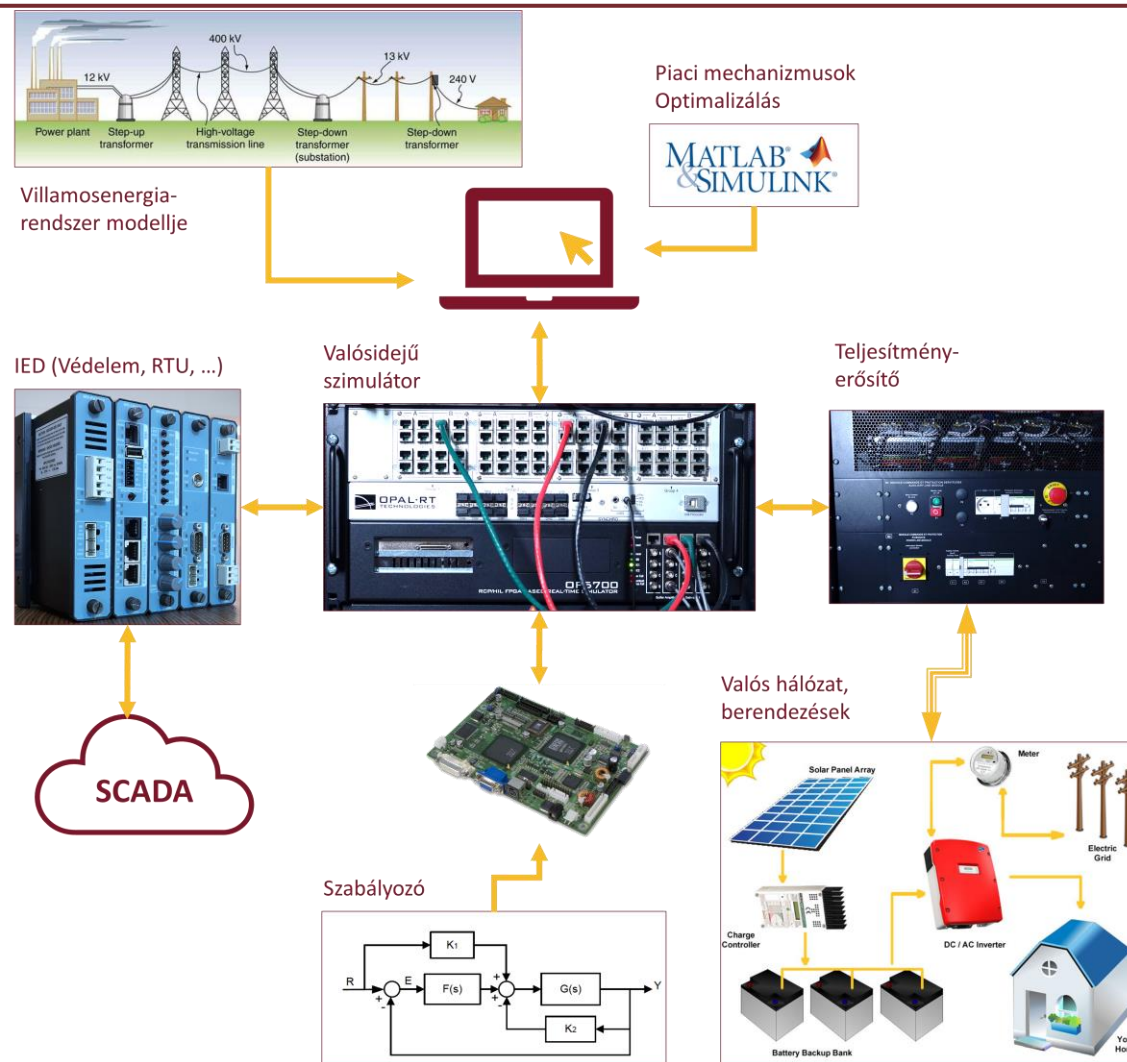


# A Smart Power Labor eszközszerkezete

---

# Hardware-In-the-LOOP (HIL)

- > Controller HIL (CHIL)
  - > Kisjelű készülék
  - > pl. vezérlő, védelem
- > Power HIL (PHIL)
  - > Nagy teljesítményű berendezés (pl. motor, hálózatrész, PV, fogyasztó...)



Tartomány:	VER	ICT
Fizikai eszközök	✓	✓
Valós időben szimulált alrendszer	✓	✓



Vezérlők,  
Mérő-adatgyűjtő  
eszközök,  
U vagy I erősítők



Valós idejű szimulátor

Lineáris teljesítményerősítő



3f+N AC

Kif hálózat (800 m)



Energia-  
tároló

Hálózat  
emulátor

Elektronikus  
műterhelés

Napelem +  
inverterek

Vezérelhető  
inverterek

DC



SCADA  
rendszer



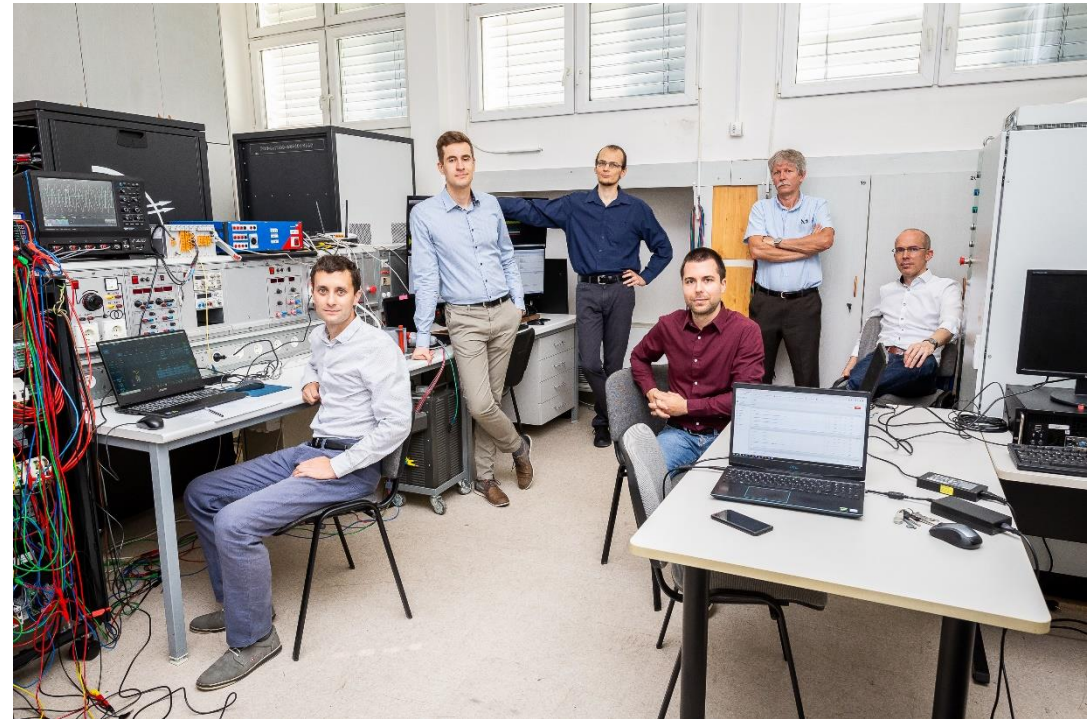
EXata Network Emulator Szoftver:  
ICT rendszer koszimulációhoz

# Az SPL csapat

---

# Az SPL szakmai háttere

- > 16 fő (teljes- ill. részmunkaidős alkalmazottak, hallgatók)
- > 20+ éves szakmai és K+F+I tapasztalat
  - > Többéves külföldi tapasztalat
- > Referenciák:
  - > MAVIR
  - > elosztótársaságok
  - > MEKH
  - > MVM
  - > HUPX
  - > REKK
  - > Prolan (Protecta)
  - > Erőművek, VPP



# Az SPL munkái

---

- > Készülékvizsgálat laborban
  - > Korábban csak „nyomatás”, most: HIL
  - > Védelmi vizsgálatok, szigetüzem érzékelés
- > Hálózatmodellezés
  - > Statikus és dinamikus hálózatszámítások, átviteli és elosztóhálózat
  - > Csatlakozási igények megvalósíthatóságának vizsgálata
- > Villamosenergia piacok modellezése, szimulációja,
  - > Nagyker, Tartalékpiacok, Rugalmassági piacok
  - > Új termékek, új piac-design kidolgozása

# Az SPL munkái

---

- > **Döntéselőkészítés**
  - > HMKE, kiserőművek hatásai hálózatra, energiakereskedelemre
- > **Új megoldások fejlesztése, prototípusa**
  - > Hibahely keresés, fogyasztók/termelők/tárolók vezérlése
  - > Előrejelzések, optimalizálási feladatok
  - > Napelemes inverterek új hálózattámogató funkciói
  - > Tárolás, DSM, e-mobilitás intelligens technológiái és üzleti modelljei
- > **Interdiszciplináris együttműködések (P2G, Kiber)**



# Szolgáltatások

- > CHIL és PHIL gyors prototípus készítés
- > Teljesítmény-elektronikai megoldások fejlesztése és tesztelése
- > Védelmek és szabályozók tesztelése
- > Adaptív védelmi rendszerek egyedi és automatizált sorozatvizsgálata
- > Interoperabilitási és előzetes szabványmegfelelőségi tesztelés
- > Kiberfizikai rendszerek szimulációja
- > Kiberbiztonsági értékelés
- > Piacok szimulációja, fejlesztése
- > Gyakorlati és távoktatási képzések
- > K+F együttműködés



# Köszönjük a figyelmet!

---