



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Kutatások a FIEK e-mobilitás hajtásrendszer
laboratórium keretében:
Sensorless mezőorientált áramvektor szabályozások

Veszprémi Károly, Szabó Gergely

BME VET

2019. május 8.

A hagyományainkon alapulva korunk és a jövő kihívásaira adunk válaszokat és eszközöket.

Ennek ígéretes megnyilvánulása a FIEK (Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ) pályázat (FIEK 16-1-2016-0007), aminek keretében egy az e-mobilitás hajtásrendszerének minden elemét tesztelni képes laboratórium készül a tanszék részvételével a Siemens Zrt-vel együttműködve az NKFIH támogatásával.



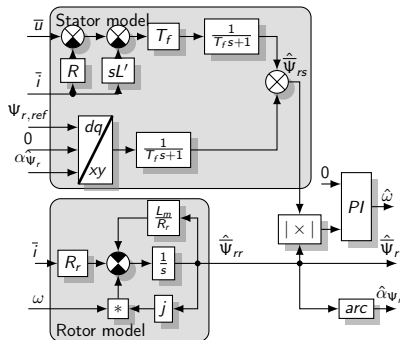
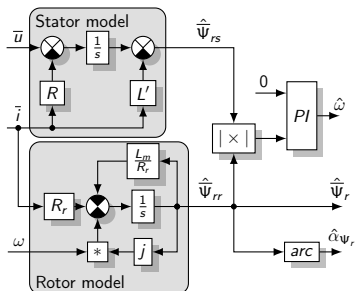
BME Felsőoktatási és Ipari
Együttműködési Központ



- **Current Vector Controls of AC Drives,**
- az áramvektor szabályozásoknak szükségük van a közös koordináta rendszer szögére,
- **gépmodellek vizsgálata különböző géptípusokra,**
- Model Reference Adaptive System (**MRAS**), Natural Field Orientation (**NFO**), High Frequency Injection (**HFI**) módszerek bemutatása

Model Reference Adaptive System Aszinkrongépen

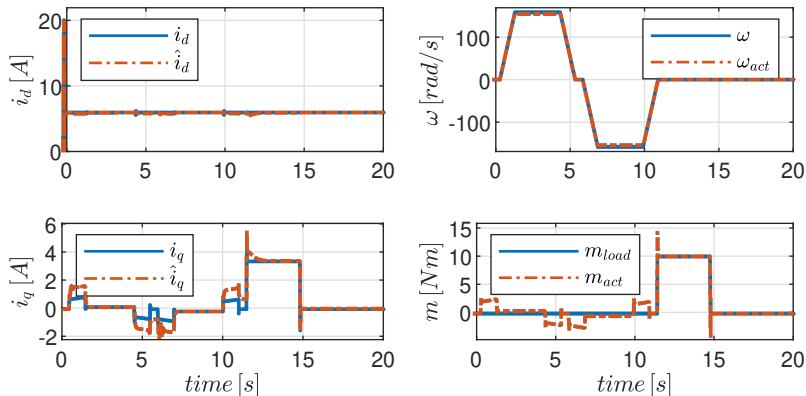
- Állórész és forgórész egyenleteken alapuló becslő,
- probléma az állórész egyenlet **nyílt hurkú integrálja**,
- aluláteresztő szűrők és fluxus alapjel bevonása a becslésbe.



1. ábra. Egyszerű MRAS struktúra 2. ábra. Módosított MRAS struktúra

Model Reference Adaptive System Aszinkrongépen

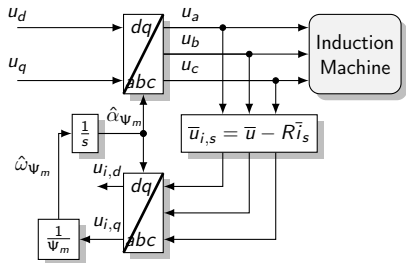
- A becslés az összes gépparamétert felhasználja,
- **sensorless szabályozás elérhető vele**, speed-sensorless szabályozás már problémásabb.



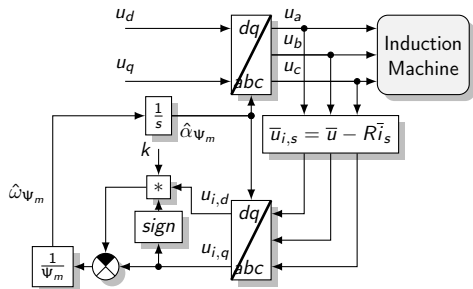
3. ábra. MRAS szimulációs eredmények

Natural Field Orientation Aszinkrongépen

- Állórész fluxushoz kötött áramvektor szabályozás (Jönsson),
- feltételezi, hogy az állórész fluxus nagysága állandó,
- stabilitási gondok generátoros üzemben (Betz and Mirzaeva).



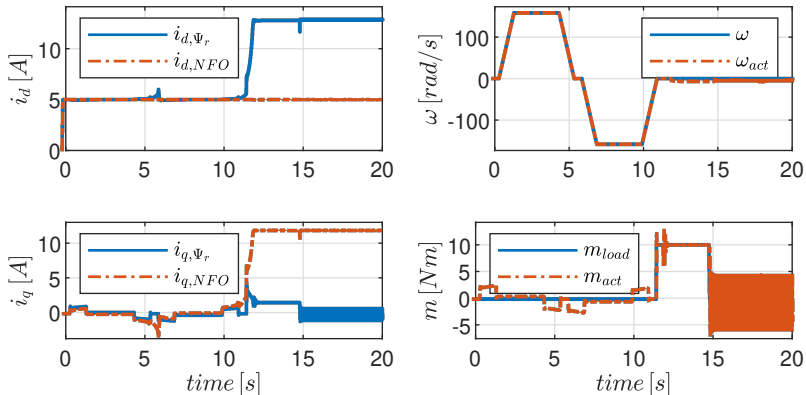
4. ábra. Eredeti NFO struktúra



5. ábra. Módosított NFO struktúra

Natural Field Orientation Aszinkrongépen

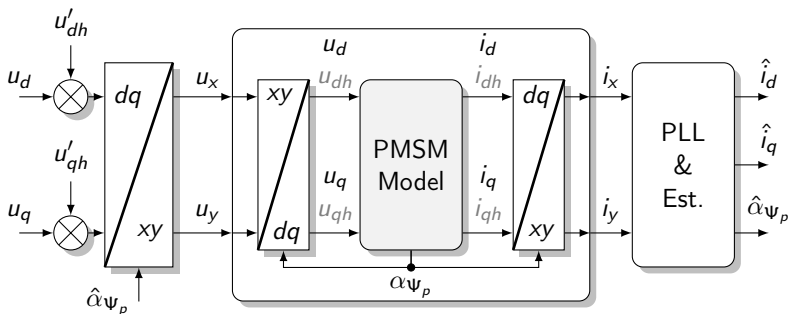
- Limitált dinamika generátoros üzemben,
- sensorless szabályozás elérhető vele, speed-sensorless szabályozás már problémásabb.



6. ábra. NFO szimulációs eredmények

Nagyfrekvenciás Injektálás Állandómágneses Szinkrongépen

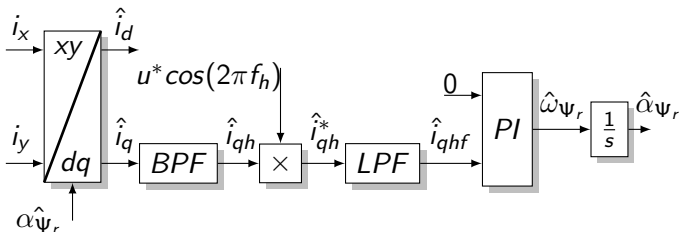
- A gép mágneses aszimmetriájának kihasználása,
- nagyfrekvenciás teszt jelek injektálása a szabályozási struktúra meghatározott pontjaiba,
- álló koordináta-rendszerbeli, **közös koordináta-rendszerbeli forgó vagy pulzáló injektálás.**



7. ábra. Nagyfrekvenciás injektálás állandómágneses szinkrongépen

Nagyfrekvenciás Injektálás Állandómágneses Szinkrongépen

- A közös koordináta-rendszer meghatározása rendszerint fáziszárt hurok segítségével történik,
- az ebben található PI szabályozó hangolása a gép paramétereiktől és az injektált feszültségtől függő dinamikus modellel lehetséges.

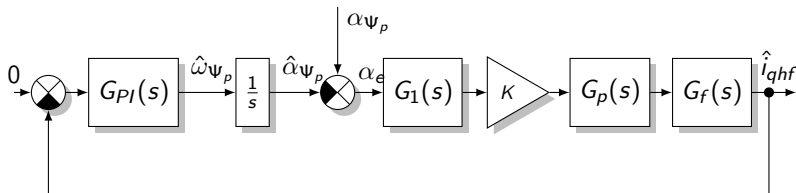


8. ábra. PLL struktúra

Nagyfrekvenciás Injektálás Állandómágneses Szinkrongépen

- A dinamikus modell a stacioner válasz, illetve a d és q irányú helyettesítőképek segítségével alkotható meg,
- a felnyitott kör átviteli függvénye

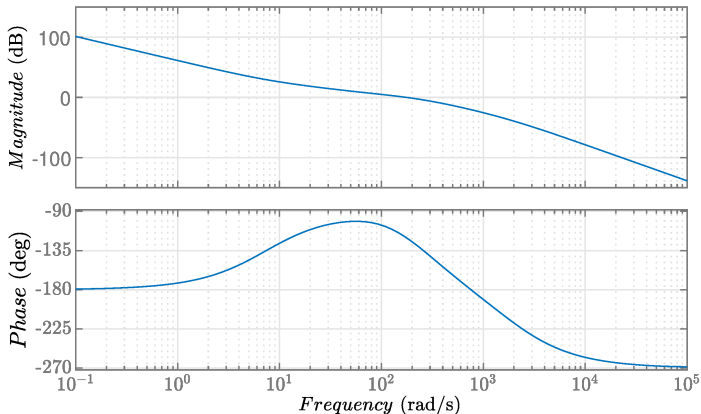
$$G_o(s) = -KA_p \left(1 + \frac{1}{sT_i} \right) \frac{1}{s} \frac{p_1 s^2 + p_2 s + p_3}{(s - \lambda_d)(s - \lambda_q)} \frac{1}{sT_f + 1} \quad (1)$$



9. ábra. Dinamikus helyettesítő modell

Nagyfrekvenciás Injektálás Állandómágneses Szinkrongépen

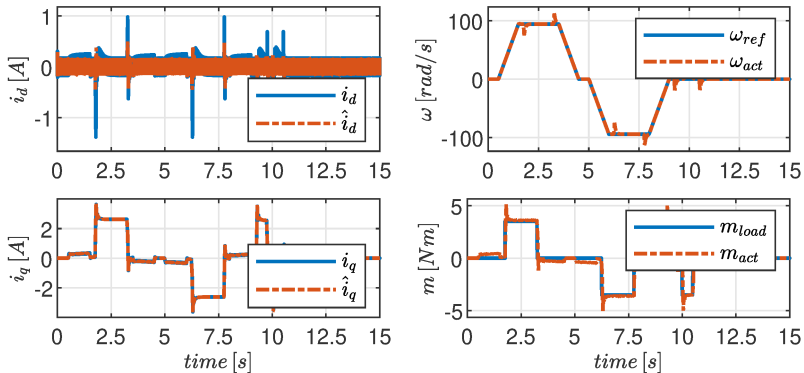
- Szimulációs eredmények 1.1 kW, IPM motoron
- a kaszkád kör hangolása a PLL sávszélessége alapján



10. ábra. A felnyitott kör Bode-diagramja

Nagyfrekvenciás Injektálás Állandómágneses Szinkrongépen

- Speed-sensorless szabályozás megvalósítható,
- tartónyomaték és fordulatszám szabályozás álló állapotban.



11. ábra. HFI szimulációs eredmények

Köszönjük a figyelmet!