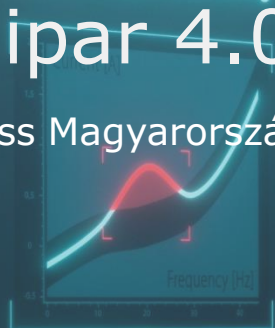


# Az ipar 4.0 hatása a hajtástechnikára

Danfoss Magyarország, Zajácz János

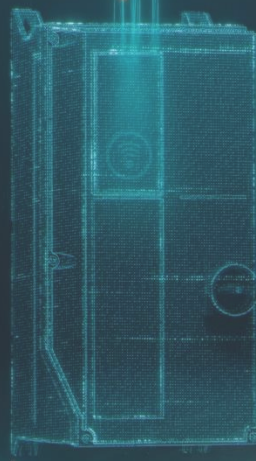
Load envelope monitoring



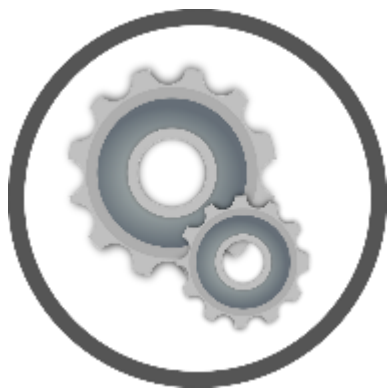
INTERNAL SENSOR  
measuring ...



CURRENT [A]



# A negyedik ipari forradalom



1. Gőzgépek



2. Gyártósorok



3. Automatizáció



4. Hálózatba  
kapcsolódás

# A fejlődés megállíthatatlan...

1980



Telefon

1968



Frekvenciaváltó

Manapság



- Telefon
- Óra
- Ébresztőóra
- Zseb-számológép
- Tudományos számológép
- Rádió
- Zenelejátszó
- Fényképező
- TV, videó
- Videókamera
- Internet
- stb.

- Fordulatszám-változtatás
- Motorvédelem
- Alkalmazás védelem
- Kültéri telepíthetőség
- Beépített webszerver
- Többféle motor kezelése
- Folyamatvezérlés
- Pozicionálás
- Beépített PID-szabályozók
- Egyedi alkalmazási szoftverek





Analytics Smart  
Connectivity City IIoT  
Industrial Internet of Things  
MR big data  
Mixed Reality  
co-creation Cloud  
**Digital**  
Cloud  
14.0 Security  
Industrie 4.0  
CO-workers

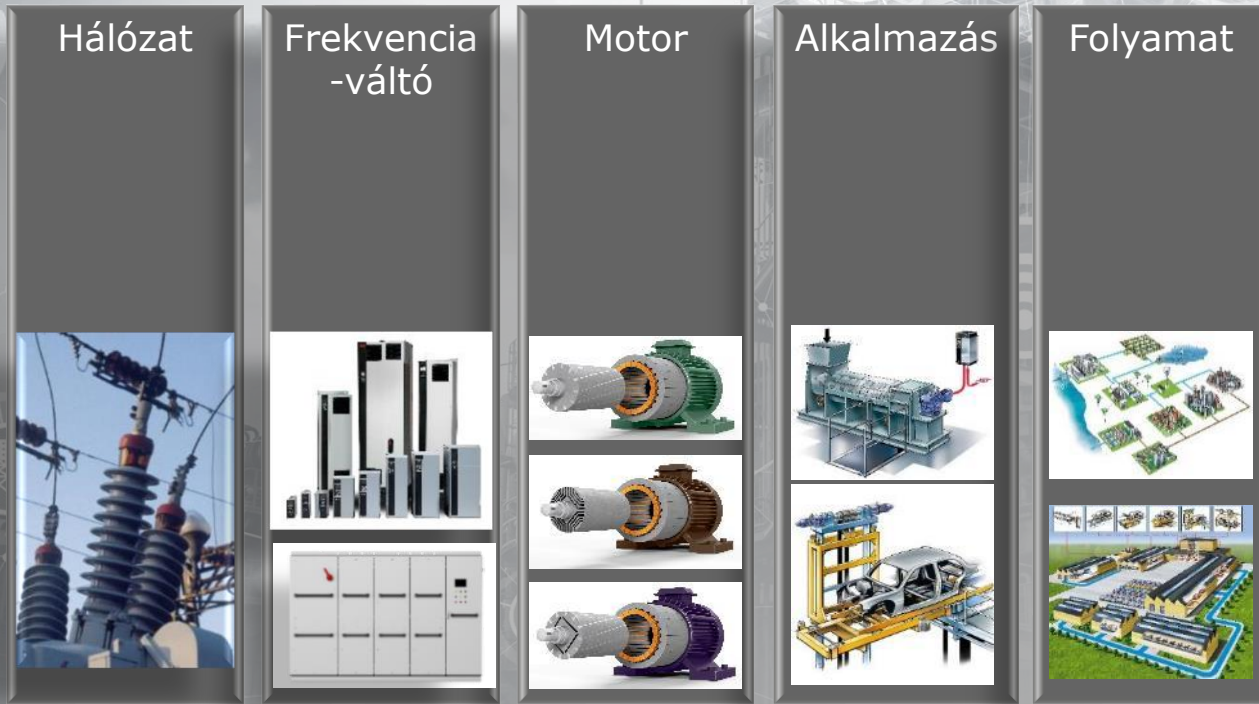
A frekvenciaváltó, mint szenzor. Az adatok feldolgozása.

Adatok hálózatba továbbítása, hálózati kapcsolatok

Inverterek új felhasználási területei

digitalization VR/AR  
Virtual Reality / Augmented Reality  
Service as a Business  
New ways of working  
Mach Learn Intern  
Agile Artificial Intelligence  
Software as a Business  
NFC digital services  
Near-field Communication  
Customer Journey

# Rendszerszemlélet



A hajtástechnika egy nagyobb rendszer része és az egyik intelligens eleme

# Amit a frekvenciaváltók már most tudnak

- alkalmazási és alkalmazás védelmi funkciók

## Légkezelés (HVAC)



FC-102

- Tűzi üzemmód
- Füstmentes lépcsőház
- Alagútszellőztetés
- Több motor párhuzamos hajtása: aszinkron, SPM
- Több motor védelme áram alapján
- Szíjszakadás figyelés
- Többzónás PID

## Hűtéstechnika



FC-103

- PID szabályzás
- Kompresszor csoportvezérlés
- Kondenzátor ventilátor fordulatszám optimalizálás környezeti hőmérséklet alapján
- Hűtőközegek eltárolt adatai

## Vízkezelés



FC-202

- Szivattyú csoportvezérlés
- Multi mester üzemmód
- Szivattyútisztítás
- Impulzus számlálás
- Csőtöltés
- Csőtörés érzékelés
- Szárazon futás védelem

## Ipar



FC-302

NXP

- Daruhajtás
- Érzékelő nélküli lengő teher csillapítás
- Precíziós mozgásvezérlés
- Tengelyek szinkronizálása
- Pozicionálás
- Érzékelő nélküli precíziós mozgások

# A Danfoss frekvenciaváltó, mint szenzor

- Hibaelhárítás
- Reagáló javítás



## Azonnali jelek

- **Nyers jelek:** áram, feszültség, hőmérséklet
- **Számított mennyiségek:** teljesítmény, nyomaték, fordulatszám, ...
- **Parancsolt mennyiségek:** fordulatszám alapjel, áram alapjel, ...

- Állapot alapú karbantartás
- Alkalmazás optimalizálás
- Élettartam modellezés
- Adatgyűjtés, feldolgozás egyéb forrásokból is



## Feldolgozott jelek

- **Frekvencia spektrum**
- **Egyes frekvencia-tartományok nagysága**
- **Statisztikus eloszlás:** min, max, átlag, átlagos eltérés, ...

- Komponens élettartam, hiba információk
- Megelőző karbantartás
- Információ a hibamentes állapotról
- Gépi tanulás algoritmusok

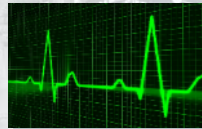
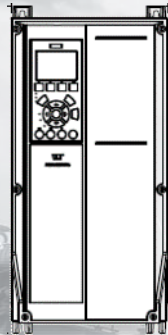
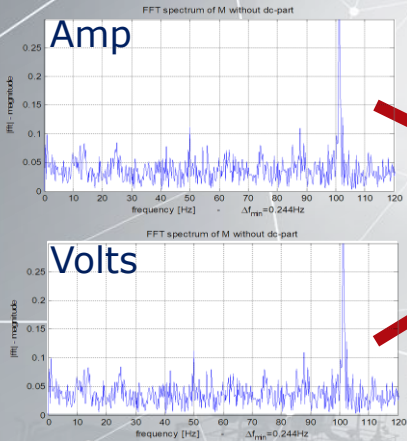


## Analízis

- **Analízis helyben**
- **Nincs szükség külső eszközökre**
- **Információ a teljes rendszer hibáiról**
- **Komponens élettartam becslés és figyelmeztetés**



# Villamos jel analízis



Gép állapot

## No. 1

Sorozatgyártású  
frekvenciaváltóban  
a világon elsőként

### Motor állórész tekercsállapot monitorozás

- Megelőző karbantartásra lehetőség
- Többosztályú figyelmeztetés
- Aszinkron, és állandó mágneses motorokhoz is

### Rezgésmérés

- 4-20 mA-es rezgésmérő közvetlen fogadása
- A frekvenciaváltó elvégzi a kiértékelést is

### Terhelési görbe figyelés

- Abszolút korlátokon belül előforduló alul- és túlterhelések folyamatos monitorozása
- Alkalmazás védelem
- Szűrő eltömődés, szíjszakadás, szivárgás, mechanikus szorulás, stb.

# Állapot alapú karbantartás – miért a frekvenciaváltóval?



- Az intelligens jelfeldolgozás a frekvenciaváltón belül történik
- Nincs szükség külső eszközre a jelfeldolgozáshoz
- Nincs szükség hálózati kapcsolatra, de a lehetőség megvan rá



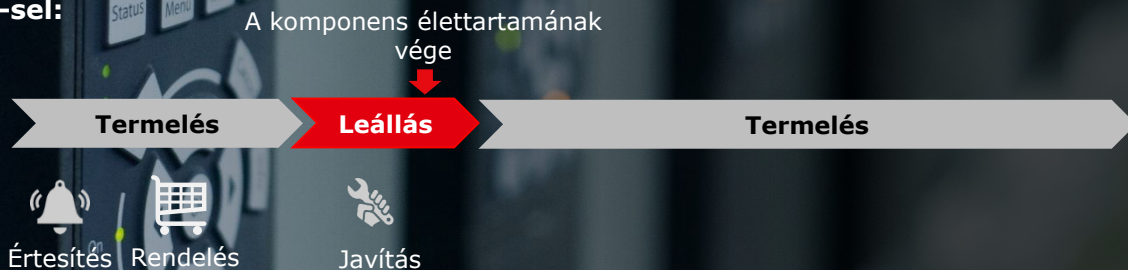
- Meglévő motorokhoz is illeszthető
- Rugalmasan alkalmazható
- Régebbi frekvenciaváltó is alkalmassá tehető

# Villamos jel analízis – megelőző karbantartás

VJA nélkül:



VJA-sel:



- Állapot alapú karbantartás
- Condition Based Monitoring
- Minimális leállási idők
- Tervezhető üzemszünetek



# Adatok továbbítása

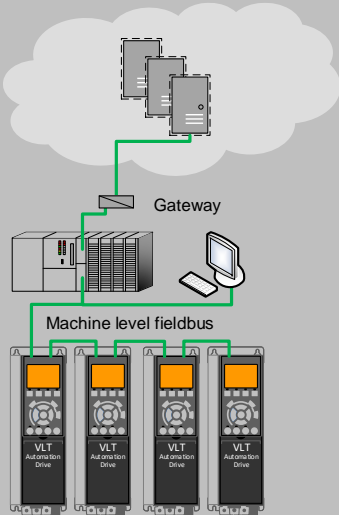
- Helyi kezelőegységen : Grafikus megjelenítő
- Vezeték nélküli kapcsolattal: Wi-fi: okos eszközökön vagy számítógépen
- Hálózati kapcsolat klasszikus terepi buszokon, PLC-n keresztül
- Direkt Ethernet alapú hálózati kapcsolat: beépített webszerver
- Megfelelő védelemmel: tűzfal, gateway, titkosítás
- SSL titkosítás



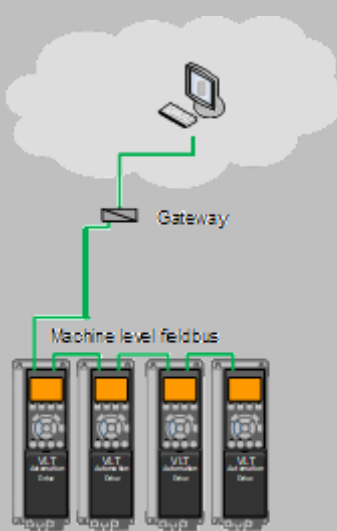


# Kapcsolat a hajtásokkal

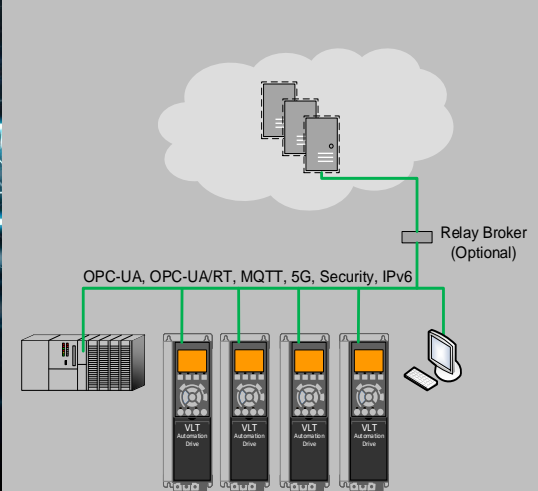
## Hagyományos terepi buszok



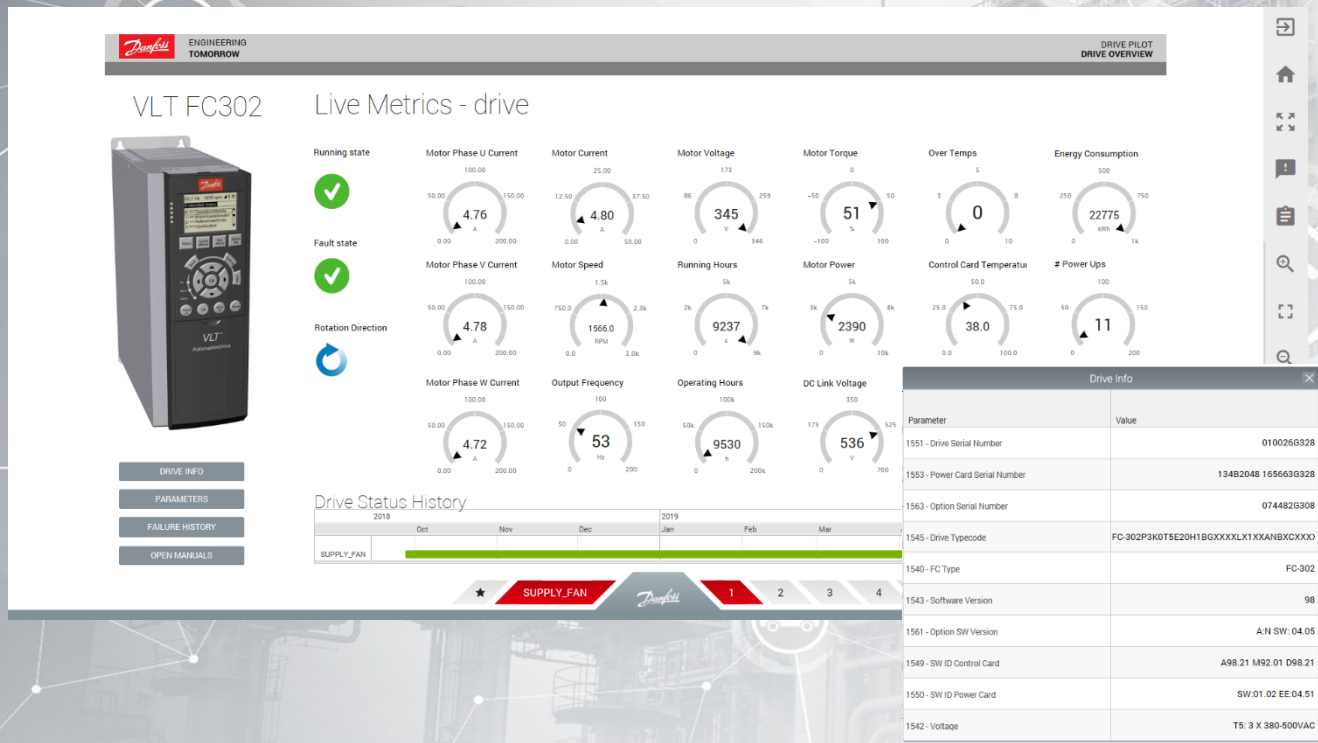
## Kapcsolat a PC-vel



## Új kapcsolódási lehetőségek



# Beépített webszerver / Áttekintés



## Funkciók

- ✓ Élő adatok
- ✓ Teles hibalista, vészjelzési napló
- ✓ Figyelmeztetés/hiba esetén emailt küld
- ✓ Nyomon követhető
- ✓ Az egyes változók grafikonon is követhetők

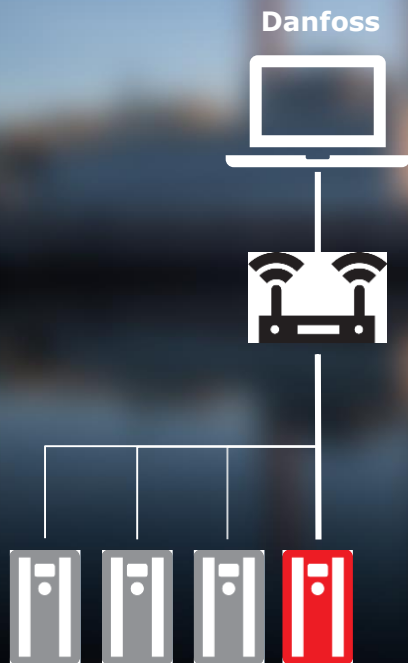
# Beépített webszerver / analízis



## Funkciók

- ✓ Egy-egy adott változó az idő függvényében is megjeleníthető
- ✓ Jelalak és értékek
- ✓ Az eltérések könnyen észrevehetőek
- ✓ Segítség a beüzemelés során is

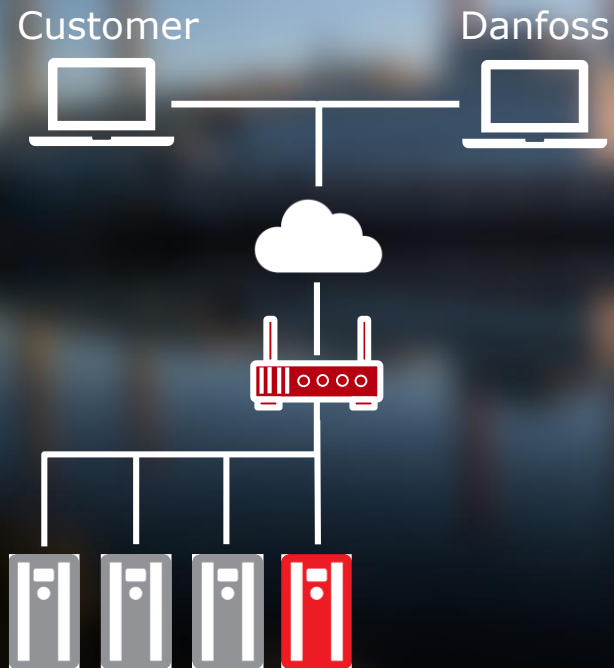
# Távoli beüzemelés



- Biztonságos kapcsolat
- Nincs szükség helyszíni jelenlétre
- Vezetékkal vagy vezeték nélkül
- Beüzemeléshez
- Nincs adatgyűjtés



# Távoli szakértői támogatás



- Biztonságos kapcsolat
- Nincs szükség helyszíni jelenlétre
- Vezetékkal vagy vezeték nélkül
- Beüzemeléshez
- Hibafeltáráshoz
- Danfoss felhőszolgáltatás: MS Azure alapú

# Inverterek új felhasználási területei

- AFE : aktív bemenet
- Grid Converter



DC/AC

- **Mikro hálózat létrehozása**
- **Zöld hidrogén (elektrolízis) előállítása**
- **Hajók villamos ellátása a partról**

- DC/DC áramirányító
- Ipari energiatárolás



DC/DC

- **Ipari energiatárolás**
- **Akkumulátor, ultrakondenzátor, hidrogén üzemanyagcella illesztése**

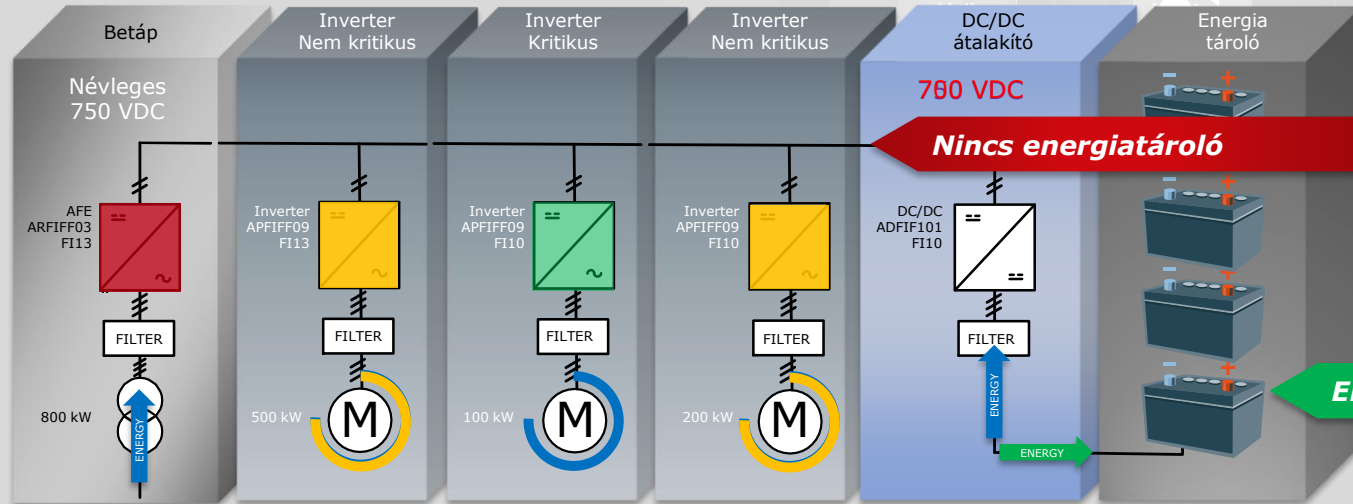
- DC Guard



DC megszakító

- **Egyenfeszültségű hálózatok védelme**
- **Kiemelkedően gyors megszakítóképesség (<100ms)**

# Ipari energiatárolás - Danfoss DC/DC átalakítóval



## Integrált DC-köri energia tároló:

- Az aktuális terhelésnek megfelelő teljesítmény
- Nincs szükség külső vezérlésre
- Képes táplálni:
  - Közös DC-sínes rendszerekhez
  - Önálló frekvenciaváltókhoz

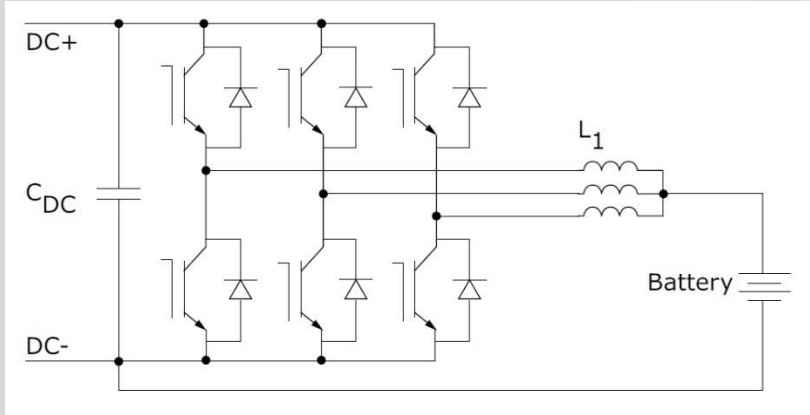
**Energiatárolóval**



Hálózat

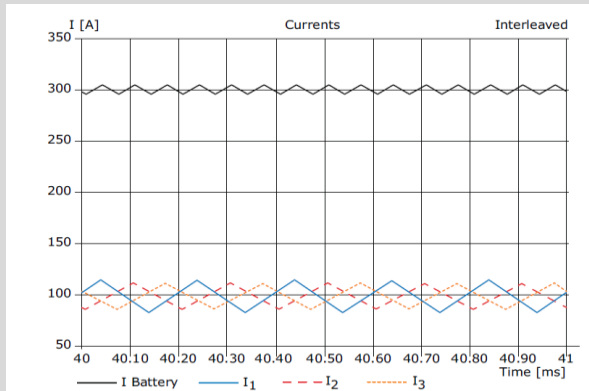
Alkalmazás	Állapot	Referencia
AFE	Működik	750V <sub>DC</sub>
Inverter Kritikus	Működik	Fordsz. referencia
Inverter Nem kritikus	Működik telj. fut	Fordsz. Referencia
DC/DC	Működik esz. vezérlés	Áram referencia 5-10%

# Frekvenciaváltóból DC/DC átalakító – hogyan?



## DC/DC átalakítók

- Hibrid, energiatárolós megoldásokhoz
- Frekvenciaváltókkal azonos kezelőegység, hardver



## Hogyan?

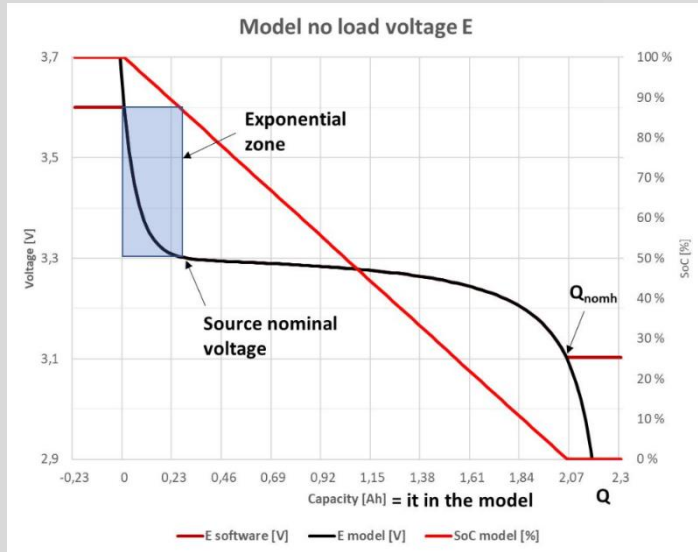
- Frekvenciaváltó inverter modul egyedi szoftverrel
- Kimeneti fojtó szükséges
- A hajtásokkal azonos felépítés és paraméterezés

## Megvalósítás:

- Önállóan, akkumulátorral DC-feszültség biztosításra
- Hajtásrendszer közbenső körébe beépítve
- Egyéb DC-feszültségek átalakítására



# Frekvenciaváltóból DC/DC átalakító – mit tud?



## DC/DC átalakítók

- Labortápegységnek, akkumulátor teszteléshez is alkalmas
- Akkumulátor-karakterisztika szimuláció
- Közvetlen feszültség vezérlés
- DC-köri feszültség kalibrálás
- Képes alacsony feszültségű akkumulátorról indulni (Black start)
- 250/300V DC -> 540V DC

## Referenciák

- Hajók hibrid hajtása
  - Dízelmotorok optimális terhelése
- Ipari alkalmazások tartalék tápegysége
  - 90 kW 1 percig
  - 2\*200kW+2\*400kW 10 másodpercig





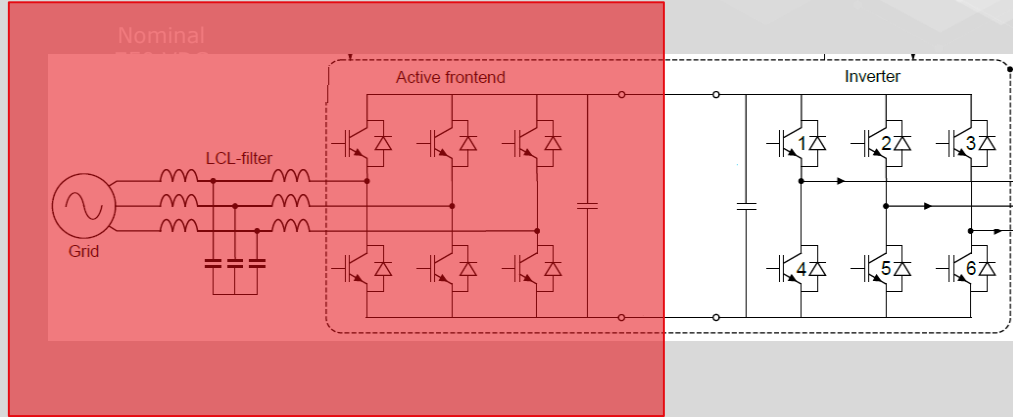
## Miben különbözik a megszokott UPS-től?

- Rugalmas kimeneti teljesítmény vezérlés, nem feltétlenül a teljes AC-hálózat betáplálására van szükség
- Szabadon kiválasztható energiatárolók: egy vagy több párhuzamosan. Egyszerű bővítésre lehetőség.
- Ismerjük a rendszert, nincs kérdés, milyen élettartamú és mire van méretezve az energiatároló.
- A meglévő frekvenciaváltókhöz könnyen illeszthető
- A frekvenciaváltókkal azonos támogatás, szerviz és alkatrész ellátás
- A tudásmegosztás és a tervezési segítség is a csomag része



# Okos hálózatokhoz megoldás

# Frekvenciaváltóból Grid Converter – hogyan?



## DC/AC átalakítók

- Okos hálózatokhoz
- Energiatároláshoz
- Frekvenciaváltókkal azonos kezelőegység, hardver

## Hogyan?

- Frekvenciaváltó inverter modul egyedi szoftverrel
- Bemeneti szűrő szükséges
- A hajtásokkal azonos felépítés és paraméterezés

## Funkciók

- AFE/Sziget üzem/uGrid
- Droop (terhelés-frekvencia)
- ...



# Okos hálózat alkalmazási szoftver



- A hálózat minősége
  - Felharmonikusok / Flicker
  - Kapcsolási műveletek



- Statikus hálózati támogatás
  - Frekvencia és aktív telj. kompenzáció
  - Feszültség és meddő kompenzáció



- Dinamikus hálózat támogatás
  - Alacsony feszültség áthidalás
  - Magas feszültség áthidalás
  - Virtuális inercia



- Grid code megfelelés
- >1000MVA telepített átalakító



- Beépített védelmek



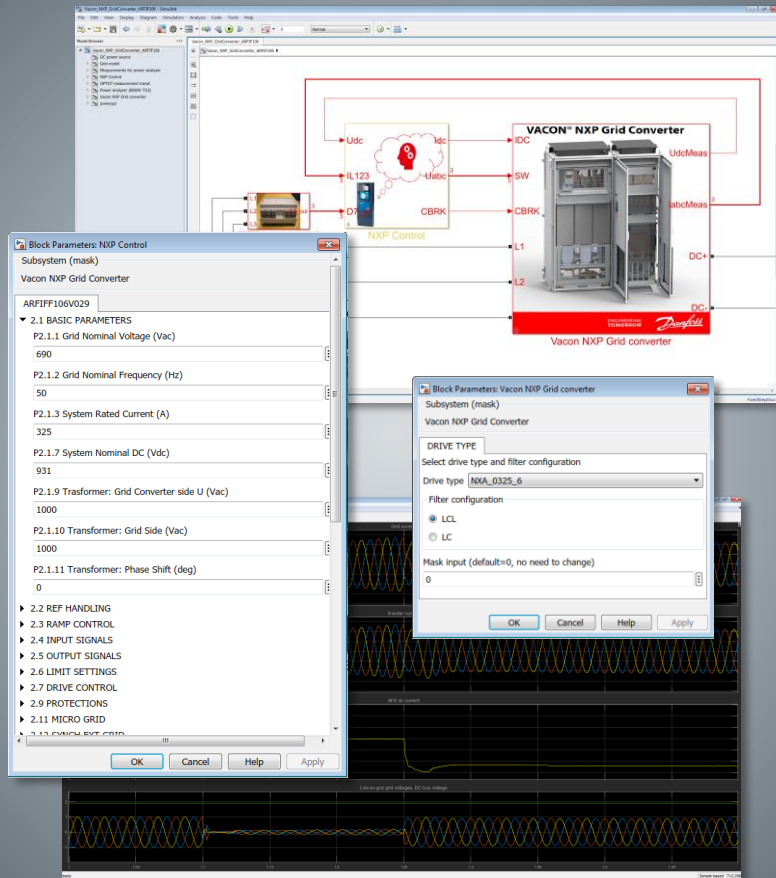
- Robusztus aszimmetriával és zavarokkal szemben



- Széles teljesítmény tartományban



# Szimulációs model



## Grid converter szimuláció

- Matlab/Simulink környezethez

## A szimuláció tartalmazza:

### *Erősáramú áramkör*

- DC és 3 fázisú AC kapcsok
- Az LCL-szűrő is része

### *Vezérlés*

- Energiaátalakítás vezérlés
- Alkalmazási szoftver
- Hálózati feszültség mérő (OPT-D7) egység

## Alkalmazási funkciók az ide tartozó állítható paraméterekkel

- AFE mód, grid code funkciókkal
- MicroGrid mód

# Danfoss termékpaletta

## Komplett készülékek



## Modulok



### ▪ **Komplett megoldások**

- Frekvenciaváltók
- Összetett hajtásrendszerek - System Drive
- DC-AC átalakító - Grid Converter
- DC/DC átalakító

### ▪ **Inverter modulok**

- OEM partnereknek
- Magas helyi hozzáadott értékre lehetőség
- Összetett hajtásrendszerre lehetőség
- Léghűtés/folyadékűtés
- Inverterek az okos hálózatokhoz
- Power-to-X, például zöld hidrogén elektrolízishez

# Danfoss termékpaletta

## Folyadékhűtéses modulok



### ▪ **Modulok és komplett készülékek**

- 400V/500V/690V hálózati feszültségekhez
- Frekvenciaváltók, önálló inverterek, DC/DC és DC/AC átalakítók, egyenirányítók
- 5 MW teljesítményig

## Légűtéses frekvenciaváltók és modulok



### ▪ **Frekvenciaváltók**

- 230V/400V/500V/690V-os hálózatokhoz
- 0,18 kW - 5 MW-ig

### • **DC/DC és DC/AC átalakítók**

- 465-1100V egészen 2 MW-ig
- 1500V – hamarosan!

# Ipar 4.0 a hajtástechnikában

1

Intelligens hajtások

2

Állapot alapú és előre jelezhető karbantartás  
VJA segítségével

3

Újszerű hálózati kapcsolatok

4

Inverterek az energiátárolás szolgálatában

5

Inverterek az okos hálózatokhoz

6

Alkalmazási támogatás



# A jövő

Még nagyobb teljesítménysűrűség →  
Csökkenő helyigény

Még több beépített érzékelő

Beépített kripto-chip →  
Secure by design

- Csökkenő CO<sub>2</sub> kibocsátás
- Biztonság a hálózatokon



# Köszönöm a figyelmet!

Zajáczy János, alkalmazási mérnök  
Danfoss Kft.