Smart Grids
Aplikace měničů Sinamics S

Siemens Drives Days 2022, Dolní Morava

SIEMENS

Kdo prezentuje

Ing. Martin Kozák
Head of Technical Support

Siemens s.r.o.
DI FA SUP TS
Siemensova 1
155 00 Praha

Telefon +420 602 356 277

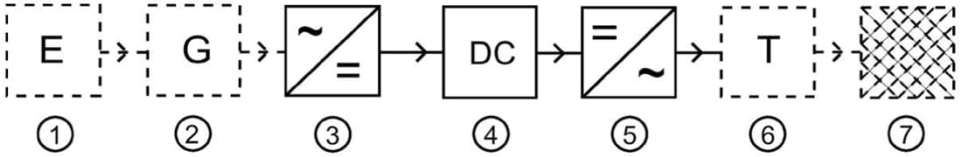
E-mail martin.kozak@siemens.com

www.siemens.cz/pohony

SIEMENS

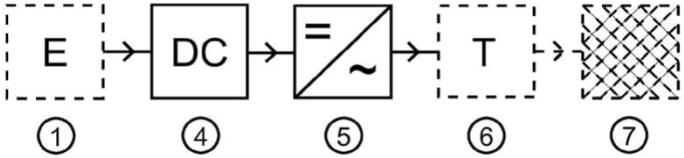
Připojení zdroje k síti pomocí napájecí jednotky Sinamics ALM

1) Dodávky elektrické energie s využitím točivých strojů (generátory)



① Power generation
② Conversion into electrical energy
③ Conversion into DC voltage
④ DC link
⑤ Conversion into AC voltage with output filter
⑥ Transformer to connect to the grid
⑦ Power grid

2) Dodávky elektrické energie bez využití točivých strojů (baterie,…)



① Power generation
④ DC link
⑤ Conversion into AC voltage with output filter
⑥ Transformer to connect to the grid
⑦ Power grid

SIEMENS

Připojení zdroje k síti pomocí napájecí jednotky Sinamics ALM

Síťové předpisy – Grid kód

- Německo: VDE-AR-N 4105,
- Itálie: CEI 0-21, CEI0-16
- USA: UL1741
- ČR - PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ DISTRIBUČNÍCH SOUSTAV →

PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ

DISTRIBUČNÍCH SOUSTAV

Předpisy:

- Ochrana a bezpečnost EN 61800-5-1 UL508C
- EMC: 61800-3
- Harmonické zkreslení IEEE519

Podmínky:

- Proměnlivá výroba/odběr energie (větrné a PV zdroje, náhlé změny v zatížení)
- Proměnlivá dostupná kapacita energetických úložišť (např. baterie)
- Nutnost oddělit výrobce a spotřebitele z důvodu rozdílné amplitudy nebo frekvence

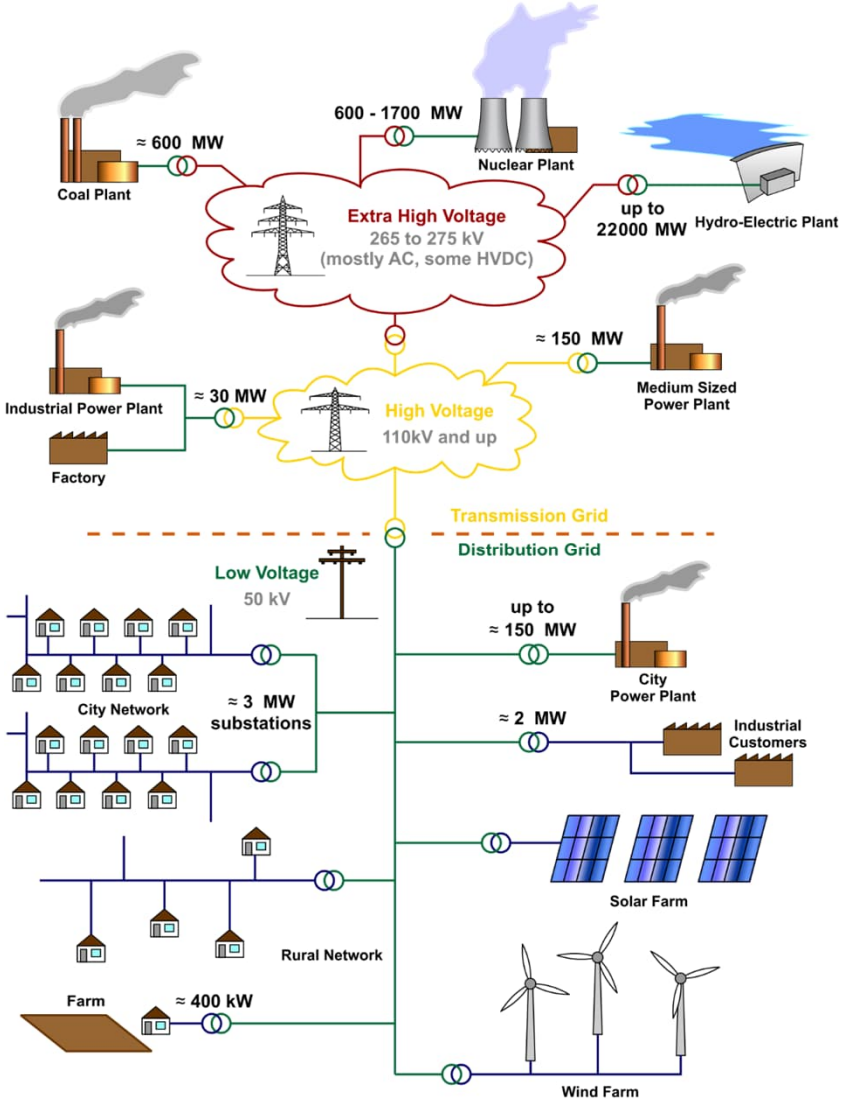
SIEMENS

Typy napájecích sítí

1) Power Grid – Veřejná napájecí síť

2) Island Grid – Ostrovní síť

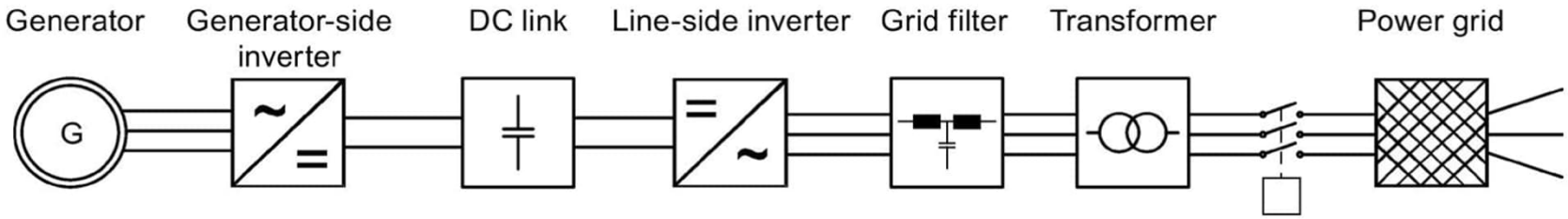
3) Microgrid – Lokální mikrosíť



SIEMENS

Power Grid (Veřejná napájecí síť)

- Provoz energetickou společností – zodpovědnost za Grid kód
- Připojené generátory musí mít synchronizované napětí a frekvenci se sítí

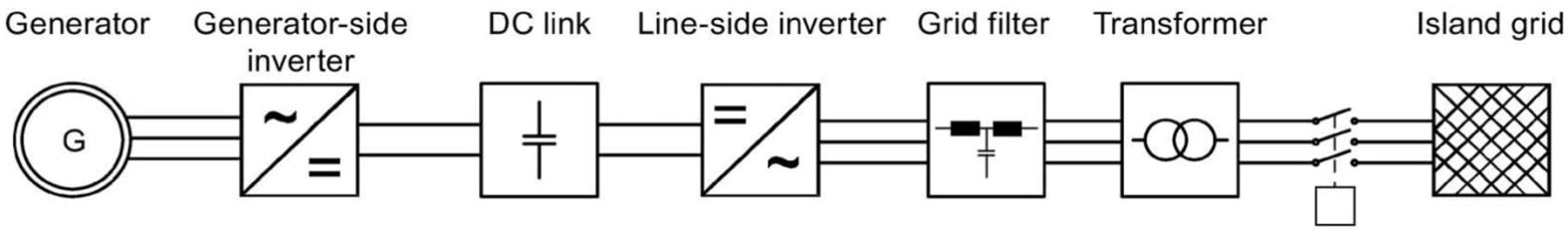


- Použité moduly a knihovny v ALM
  - Dynamická podpora sítě
  - Síťový transformátor

SIEMENS

Island Grid (Ostrovní síť)

- Ostrovní síť, která napájí pouze omezenou oblast a není připojená k veřejné napájecí síti
- Možnost individuálních parametrů napájecí sítě



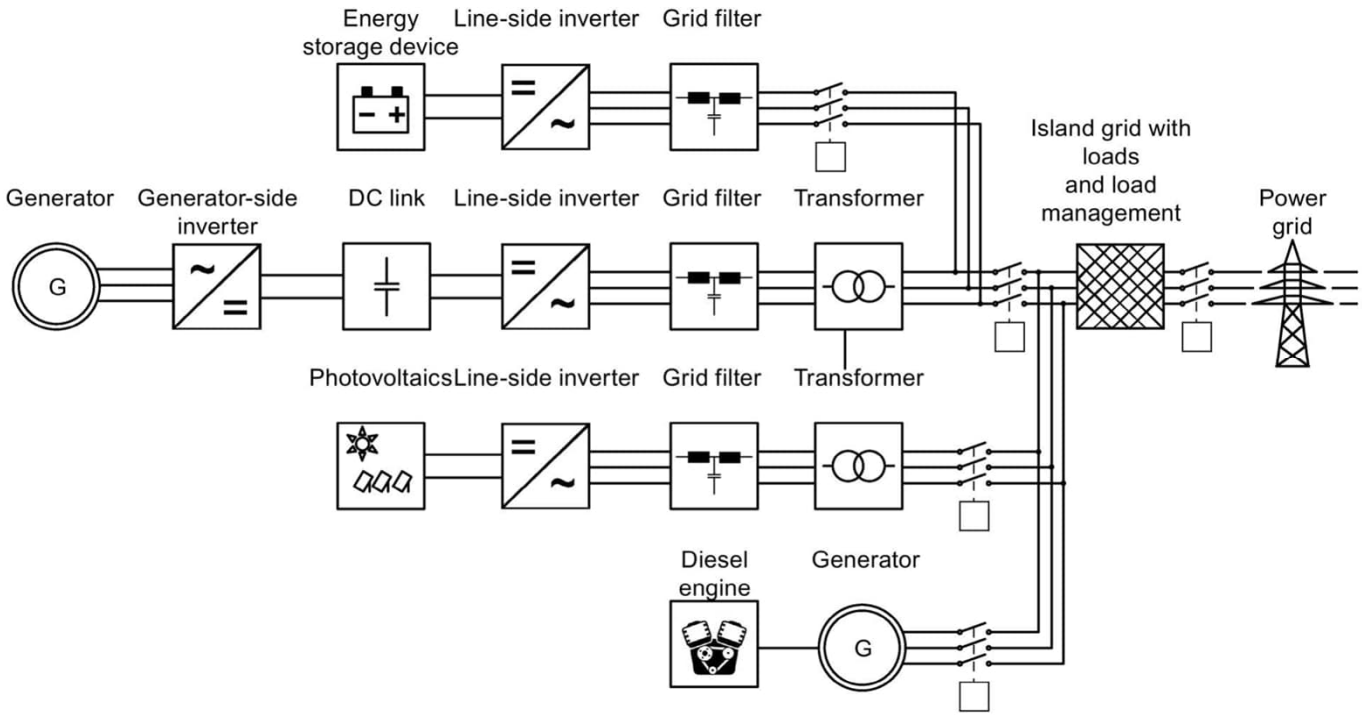
- Použité moduly a knihovny v ALM
  - Grid droop control
  - Síťový transformátor

 Restricted | © Siemens 2022 | Kozak | DI FA SUP TS | 2022-09-07

SIEMENS

Microgrid (Lokální mikrosíť)

- Lokální napájecí systém s více zdroji elektrické energie
- Může i nemusí být připojen do napájecí sítě

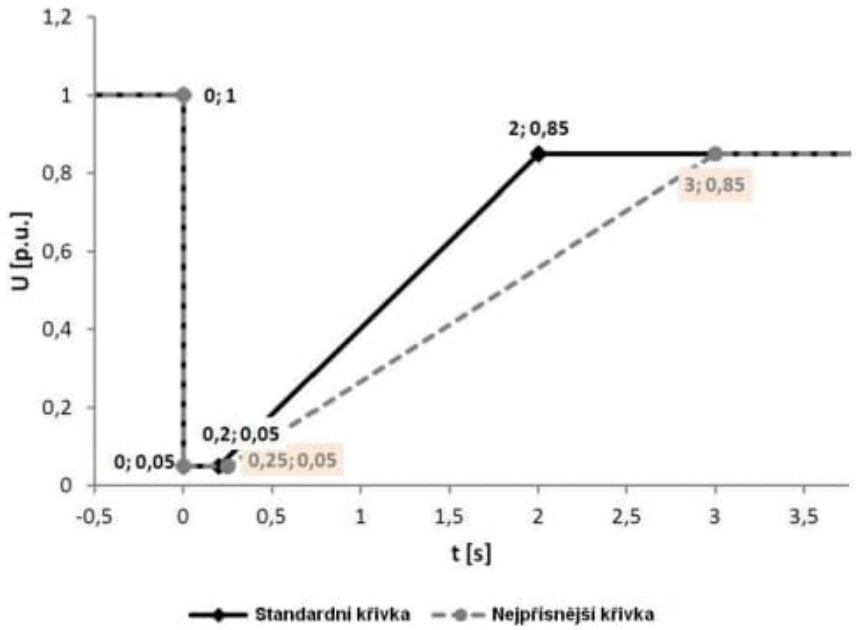


- Použité moduly a knihovny v ALM
  - Grid droop control
  - Dynamická podpora sítě

SIEMENS

Přehled implementovatelných funkčních modulů

- Síťový transformátor
- Dynamická podpora sítě
- Grid droop control



SIEMENS

Modul Síťový transformátor

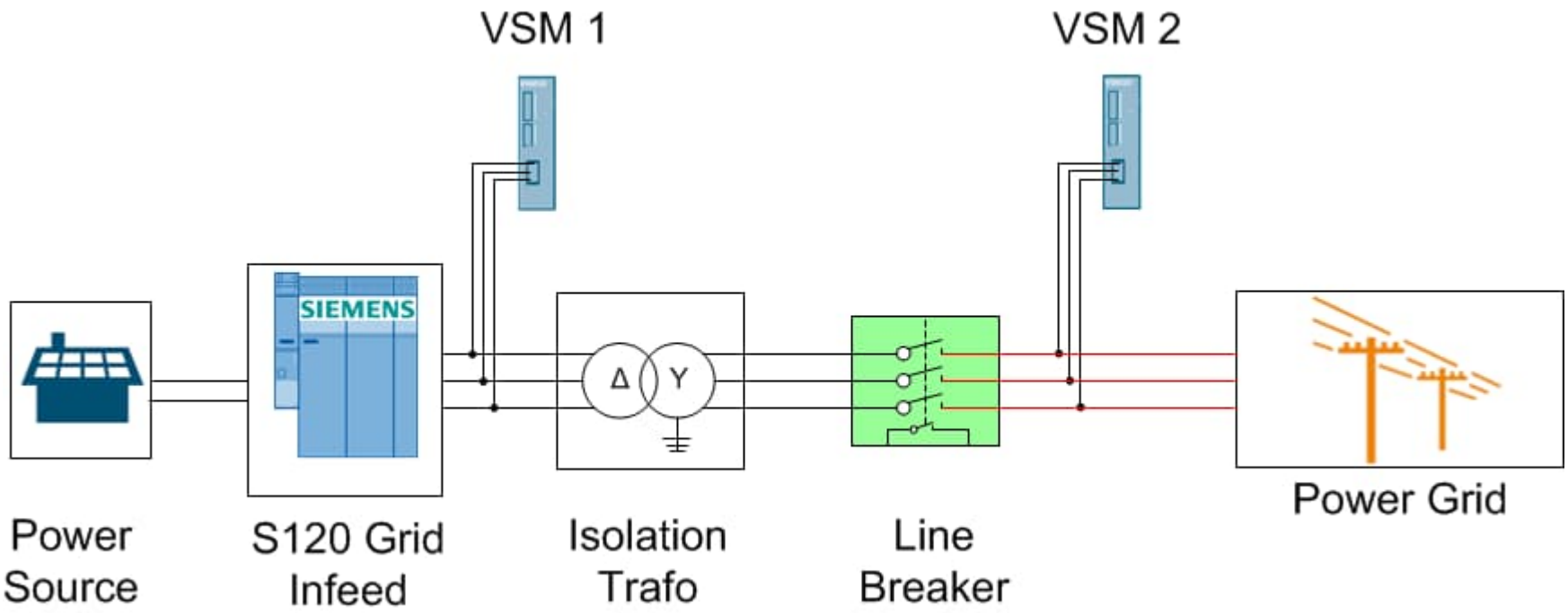
- Slouží k magnetizaci, synchronizaci a připojení síťového transformátoru k výkonové nebo ostrovní síti
- Magnetizace transformátoru
  - Pro snížení vysokých zapínacích proudů
  - Probíhá z DC meziobvodu měniče
  - Využívá 2 moduly VSM10 (jeden na sekundárním vinutí a druhý na straně sítě)
  - K sepnutí vypínače dojde po synchronizace amplitud, frekvencí a fází obou napětí

- Identifikace parametrů transformátoru
  - Identifikují se hlavní a rozptylové indukčnosti transformátoru, fázový posun a korekce napětí

- Monitoring síťového filtru a transformátoru
  - Detekce zkratů – vyžaduje dynamickou podporu sítě → vyvolá okamžité vypnutí

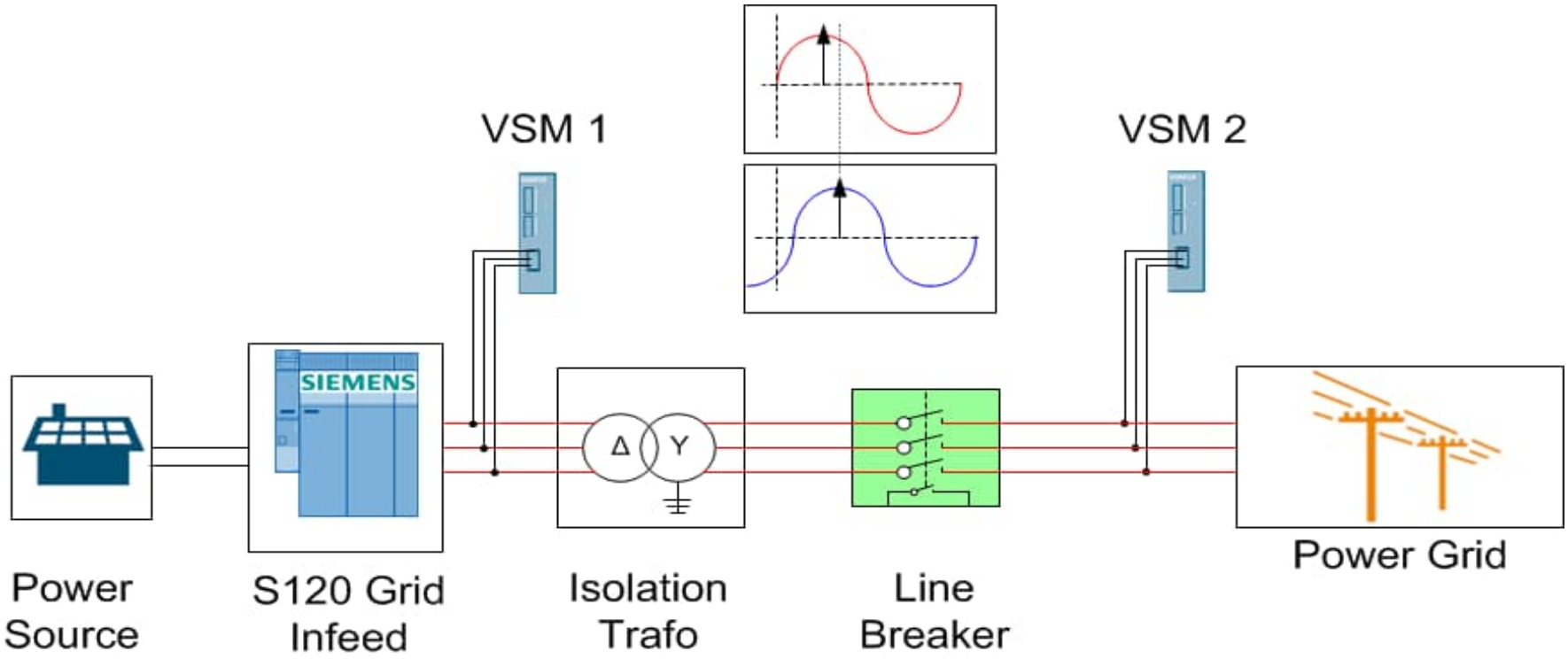
SIEMENS

Modul Síťový transformátor – Magnetizace transformátoru



SIEMENS

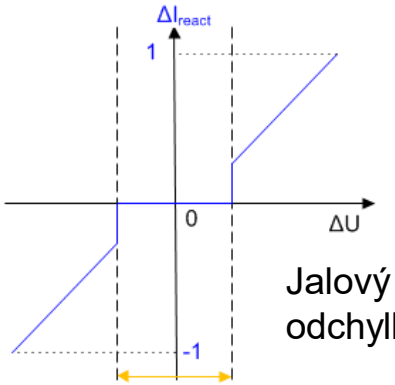
Modul Síťový transformátor – Může začít proces synchronizace na síť



SIEMENS

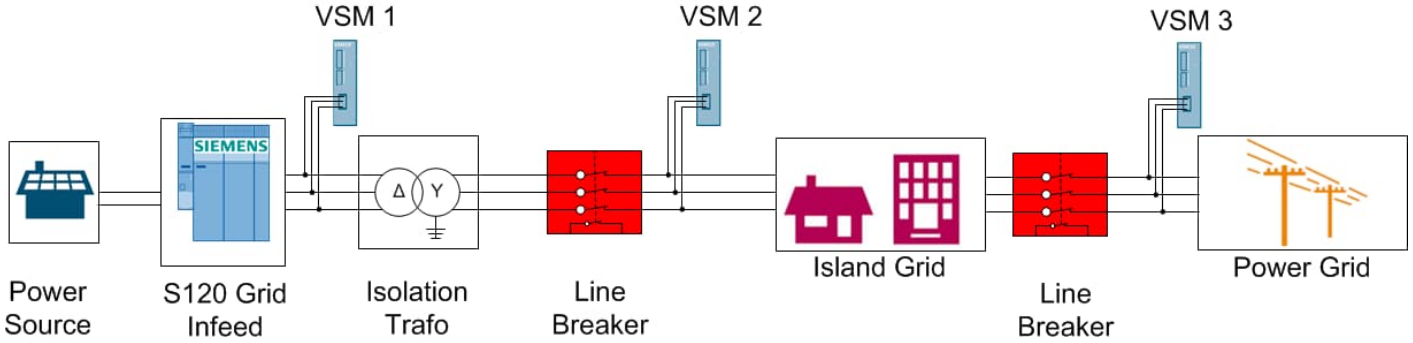
Modul Dynamická podpora sítě – „Grid participant“

- Slouží jako podpora sítě při poklesu napětí po definovanou dobu (stanoveno provozovatelem sítě)
- Zajištění zkratového proudu při poruchách sítě
- Definované podmínky:
  - V případě poruchy se nesmí zdroj odpojit od sítě
  - Při poruše musí podpořit sít injekcí jalového výkonu
  - Po odstranění poruchy nesmí odebírat více jalového výkonu, než před poruchou
- Velikost činného i jalového výkonu je řiditelná podle potřeby



Jalový proud při odchylkách napětí

Bez podpory

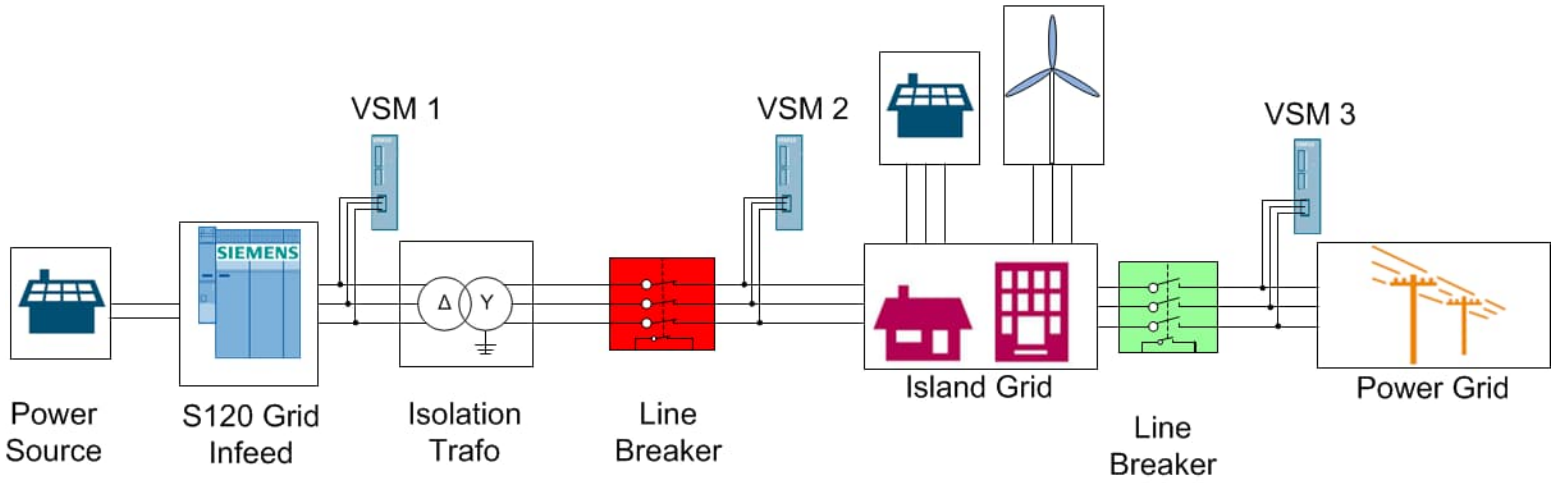


 Restricted | © Siemens 2022 | Kozak | DI FA SUP TS | 2022-09-07

SIEMENS

Modul Dynamická podpora sítě – „Grid participant“

- Anti-islanding
  - Aktivní detekce ostrovní sítě → pokud je odebíraný výkon v ostrovní síti stejný, pak by měnič nepoznal, že byla síť odpojena

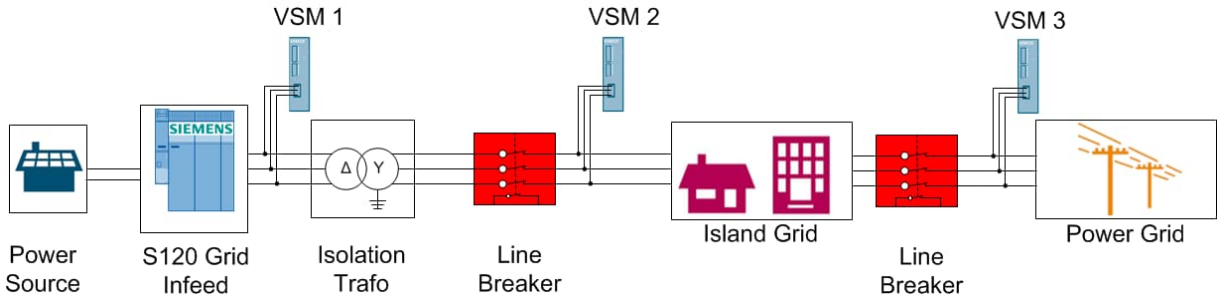


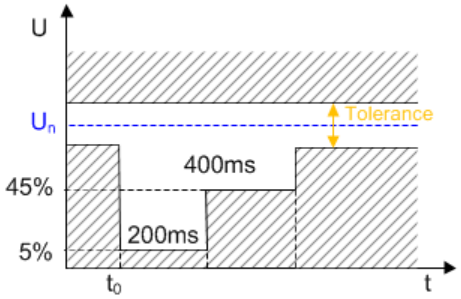
 Restricted | © Siemens 2022 | Kozak | DI FA SUP TS | 2022-09-07

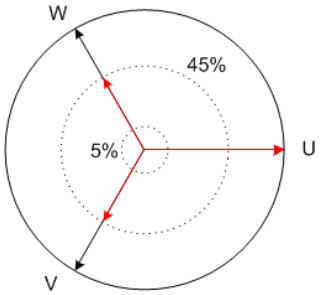
SIEMENS

Modul Dynamická podpora sítě – „Grid participant“

- Rozšířená detekce napětí a frekvence (FRT)
  - Je možné naprogramovat 2 + 2 charakteristiky po 10 bodech
  - Pokud dojde k odchylce, dojde k reakci dle požadavku v Grid kódu
  - Např. nedojde k odpojení při odchylce napětí nebo frekvence a je zajištěna injekce proudu

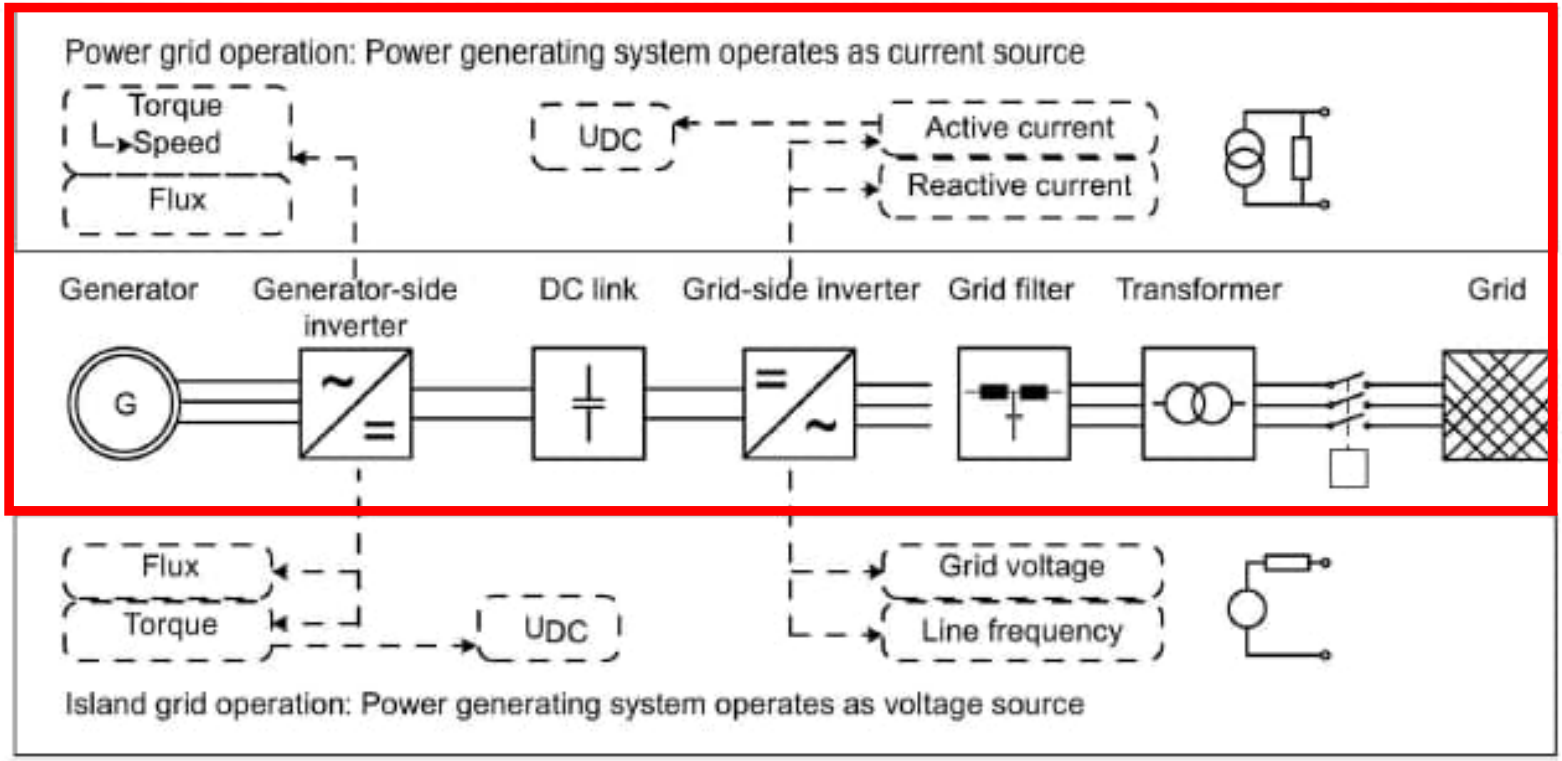






SIEMENS

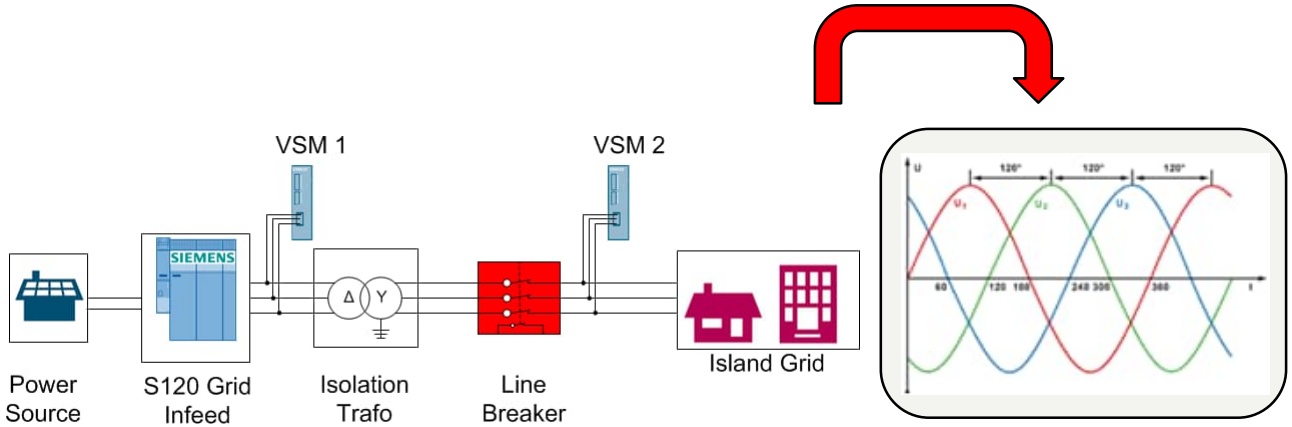
Modul Dynamická podpora sítě – „Grid participant“



SIEMENS

Modul Grid droop control – „Grid builder“

- Předpoklad je, že je napětí DC meziobvodu řízeno z jiného zdroje, než přes ALM (baterie, …)
- Umožňuje regulaci napětí a frekvenci v ostrovní síti (U a f režim)
- Lze definovat přechodové charakteristiky zdroje



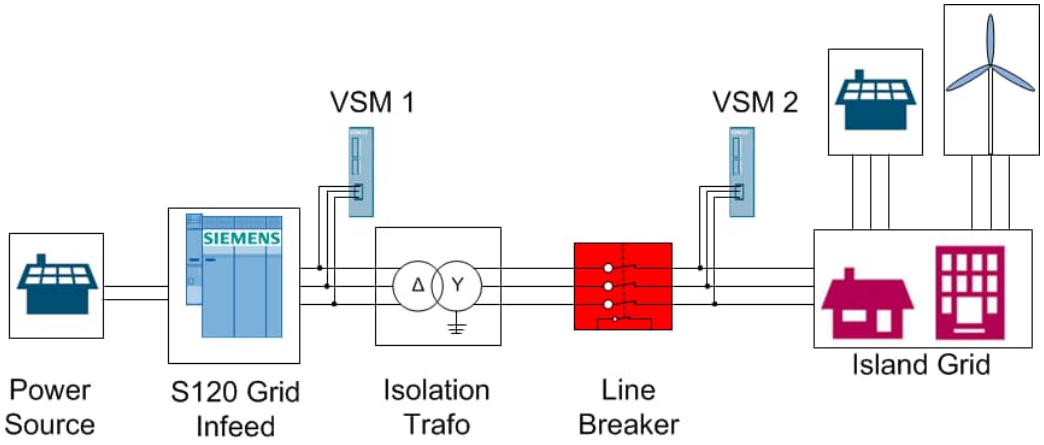
3 Phase System

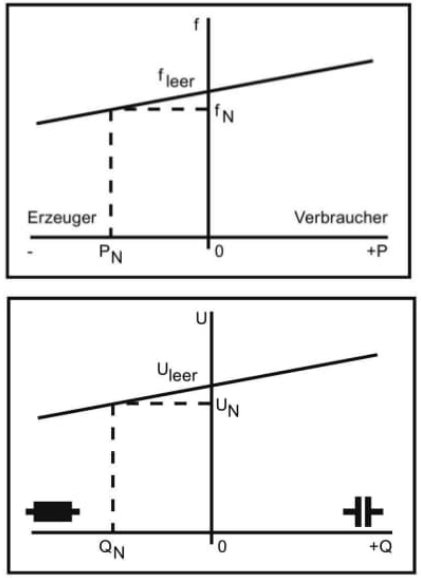
50Hz, 400V_{rms}

SIEMENS

Modul Grid droop control – „Grid builder“

- V případě, že se na síti nachází další zdroje, je nutné nadefinovat křivky pro efektivní spolupráci s s nimi (zdroje spolu jinak nemusí komunikovat po sběrnici)

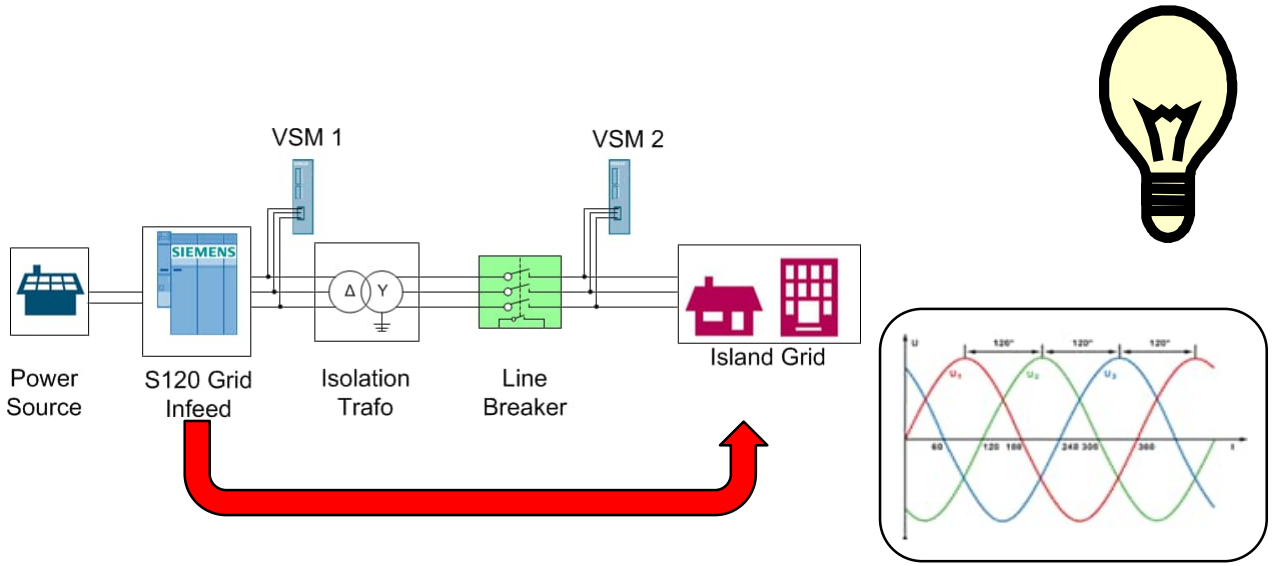




SIEMENS

Modul Grid droop control – „Grid builder“

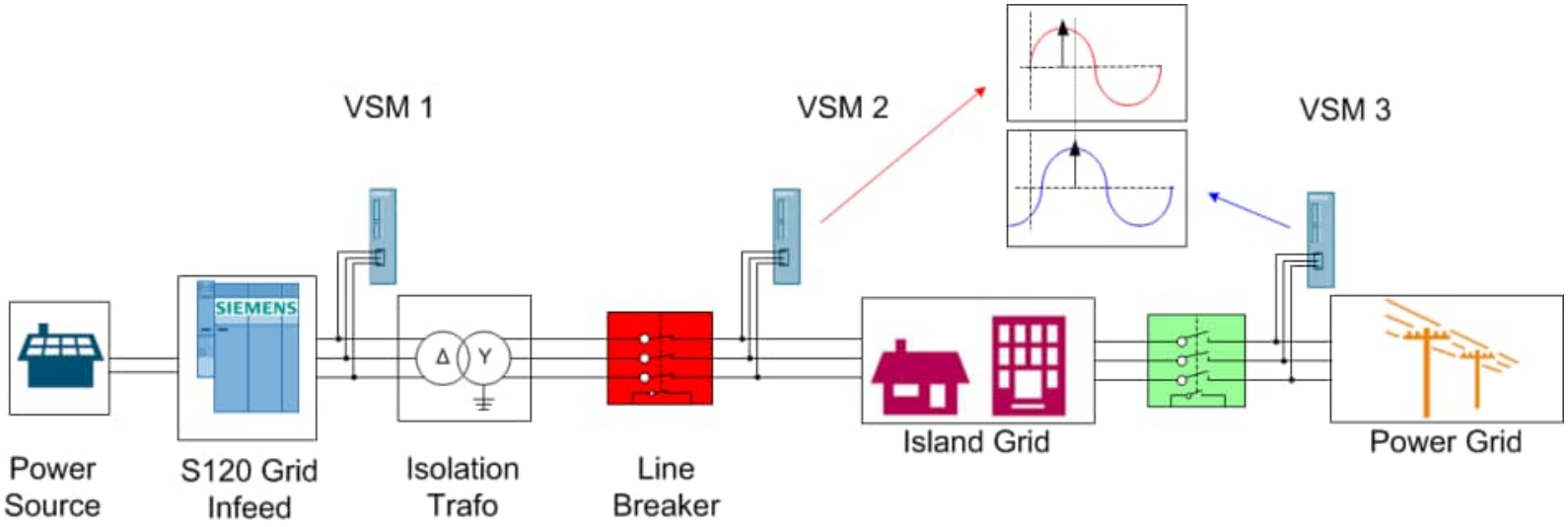
- Obsahuje funkci „Start ze tmy“ (Black start)
- Zkontroluje, že je síť bez napětí → postupně dojde ke zvyšování napětí na jmenovité hodnoty
- Možnost nastavení automatického startu



SIEMENS

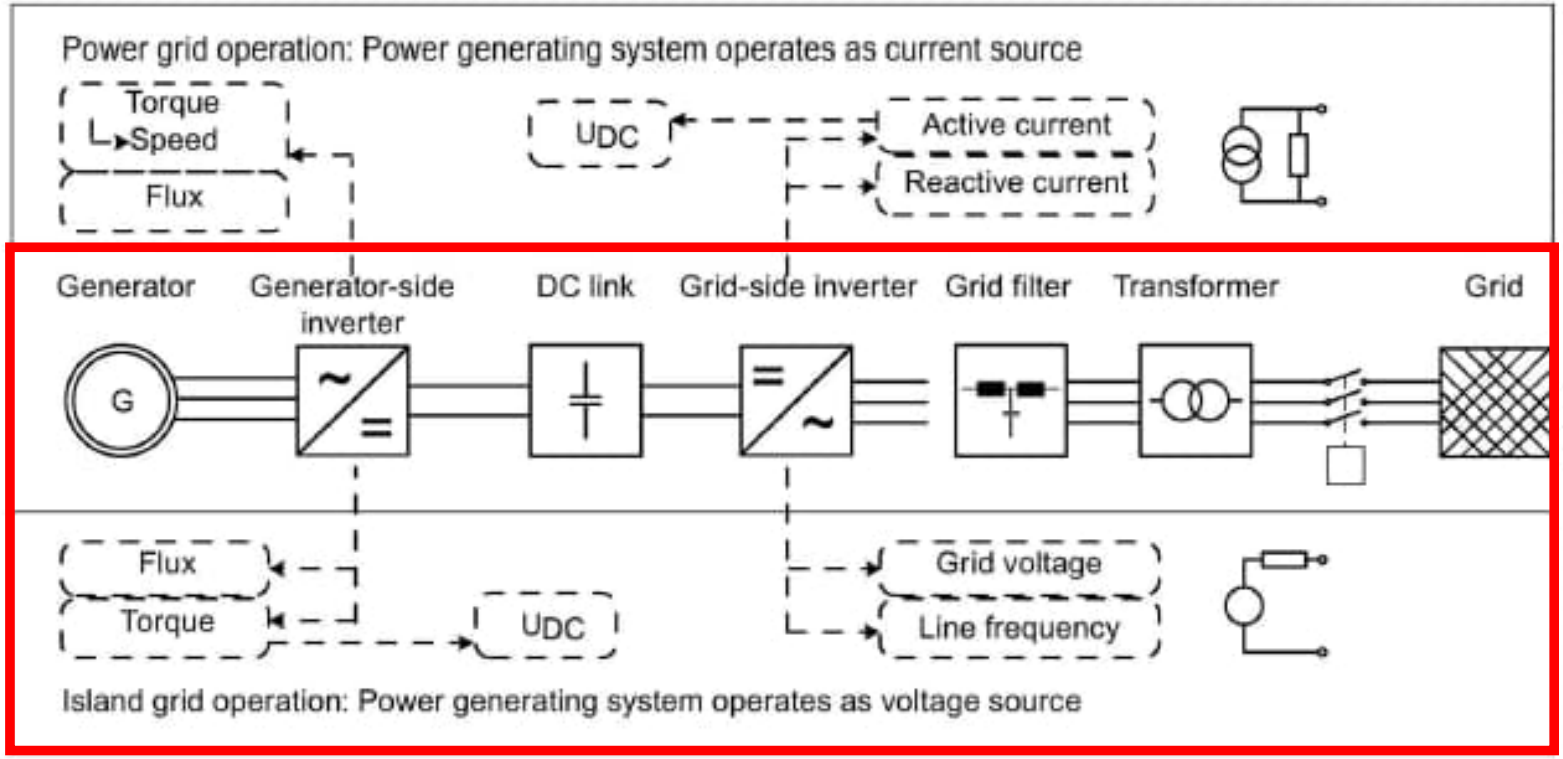
Modul Grid droop control – „Grid builder“

- Umožňuje synchronizovat síť s externími sítěmi



SIEMENS

Modul Grid droop control – „Grid builder“



SIEMENS

Licencování modulů

F13010 Licensing function module not licensed

- Síťový transformátor – Licence není třeba
- Dynamická podpora sítě (S01 licence)

Article numbers (CoL)	Description	Corresponding Active Line Modules
6SL3074-0AA07-**1**AH0	if ALM frame size Booksize	6SL3130-7TE…
6SL3074-0AA07-**0**AH0	if ALM frame size Chassis	Chassis with hardware version for grid converter application

SIEMENS

Licencování modulů

- Grid droop control (S02 licence)

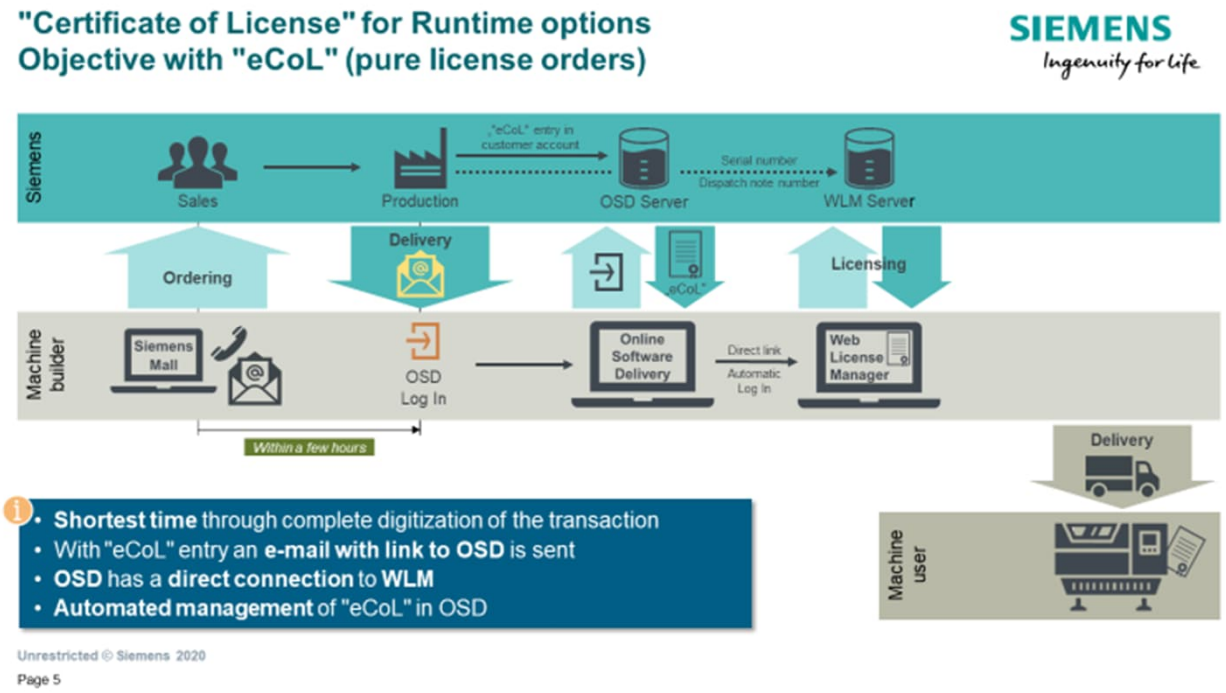
Article numbers (CoL)	Description ALM power range	Corresponding Active Line Modules
6SL3074-0AA08-**8**AH0	0 to 50kW	6SL3130-7TE21-6AA4 / 6SL3130-7TE23-6AA3
6SL3074-0AA08-**7**AH0	51 to 100kW	6SL3130-7TE25-5AA3 / 6SL3130-7TE28-0AA3
6SL3074-0AA08-**6**AH0	101 to 200kW	6SL3130-7TE31-2AA3 /2x 6SL3130-7TE28-0AA3 (parallel connection)
6SL3074-0AA08-**5**AH0	201 to 350kW	2x 6SL3130-7TE31-2AA3 (parallel connection) /6SL3330-7TE35-0AA4
6SL3074-0AA08-**4**AH0	351 to 650kW	6SL3330-7TE41-0AA4 / 6SL3335-7TG35-8AA4 / 6SL3335-7TG35-8AA8
6SL3074-0AA08-**3**AH0	651 to 950kW	6SL3330-7TE41-4AA4
6SL3074-0AA08-**2**AH0	951 to 1250kW	6SL3330-7TG41-0AA4
6SL3074-0AA08-**1**AH0	1251 to 1600kW	6SL3330-7TG41-3AA4 / 6SL3335-7TG41-3AA4 /6SL3335-7TG41-3AA8
6SL3074-0AA08-**0**AH0	1601 to 2000kW	6SL3335-7TG41-6AA4 / 6SL3335-7TG41-6AA8

- Aktualizovaný seznam licencí naleznete zde

SIEMENS

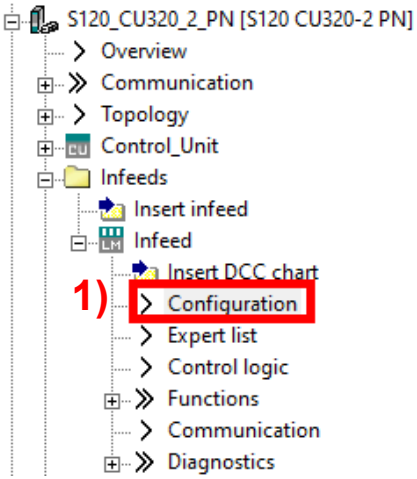
Implementace licence do měniče

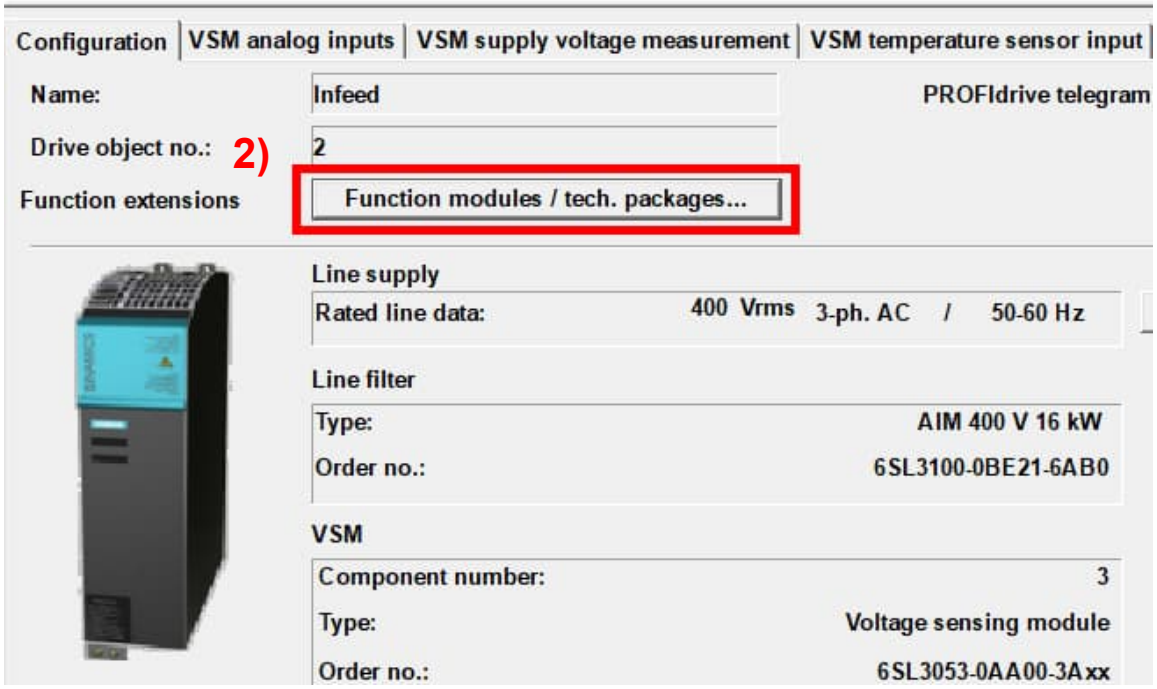
- Stažení licence z Web license manager
- Implementace je stejná jako jiné licence na Sinamics S120 → Licenci je nutné zkopírovat na CF kartu do Keys



SIEMENS

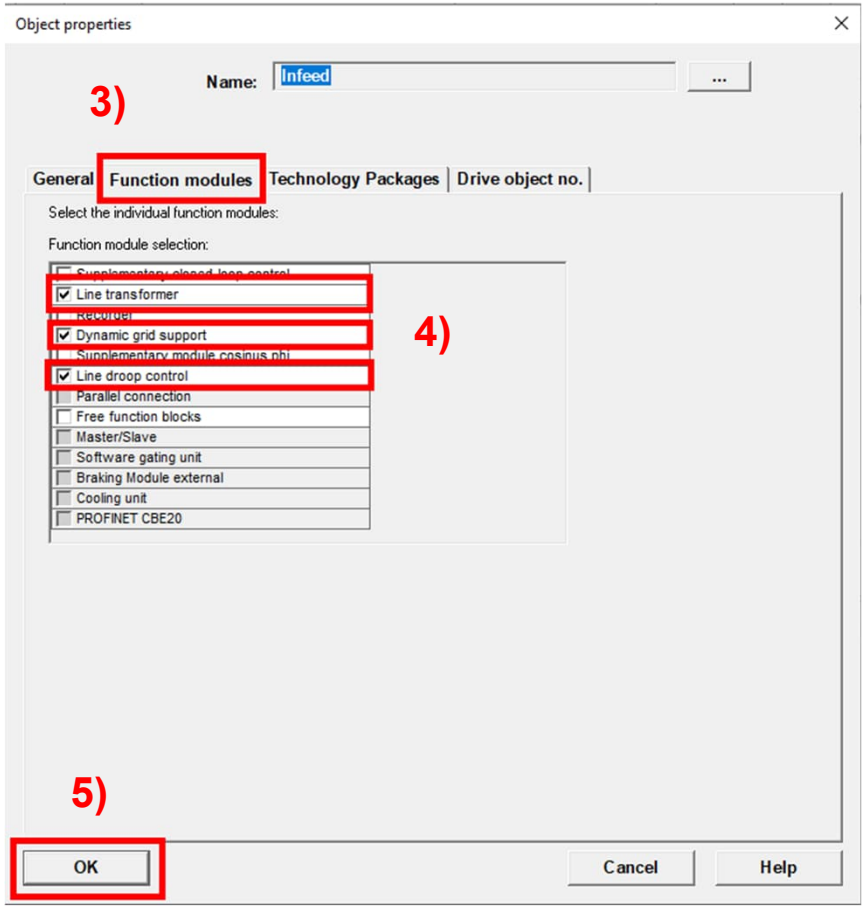
Uvolnění požadovaných modulů ve Starteru





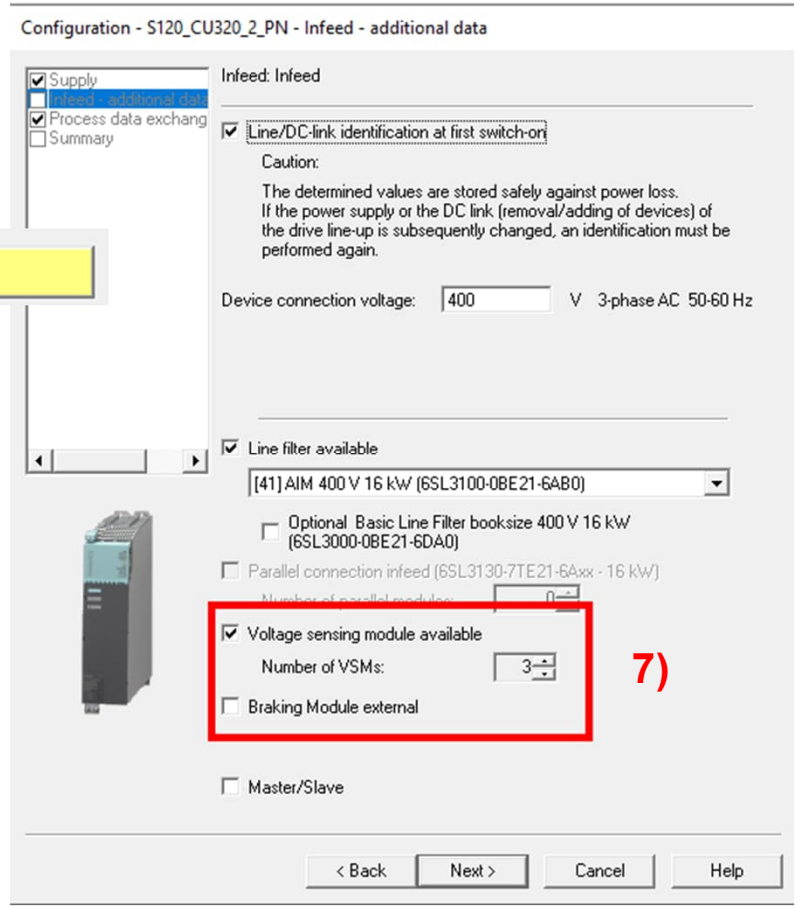
SIEMENS

Uvolnění požadovaných modulů ve Starteru



6)

Wizard...



SIEMENS

Důležité funkční diagramy v List manuálu

Line transformer

Function diagram No.	Function diagram name
7987	Line transformer - negative sequence system controller
7988	Line transformer - island grid black start sequence control
7989	Line transformer - island grid synchronization sequence control
7990	Line transformer - transformer model (p5480 = 1)
7991	Line transformer - line filter monitoring
7992	Line transformer - PLL2 (phase locked loop 2)
7993	Line transformer - transformer magnetization voltage threshold
7994	Line transformer - transformer magnetization sequence control
7995	Line transformer - island grid synchronization voltage threshold

Grid droop control

Function diagram No.	Function diagram name
7982	Grid droop control - grid droop, voltage correction
7983	Grid droop control - direct component control, harmonics control
7984	Grid droop control - modulation depth control
7986	Grid droop control - sequence control overcurrent

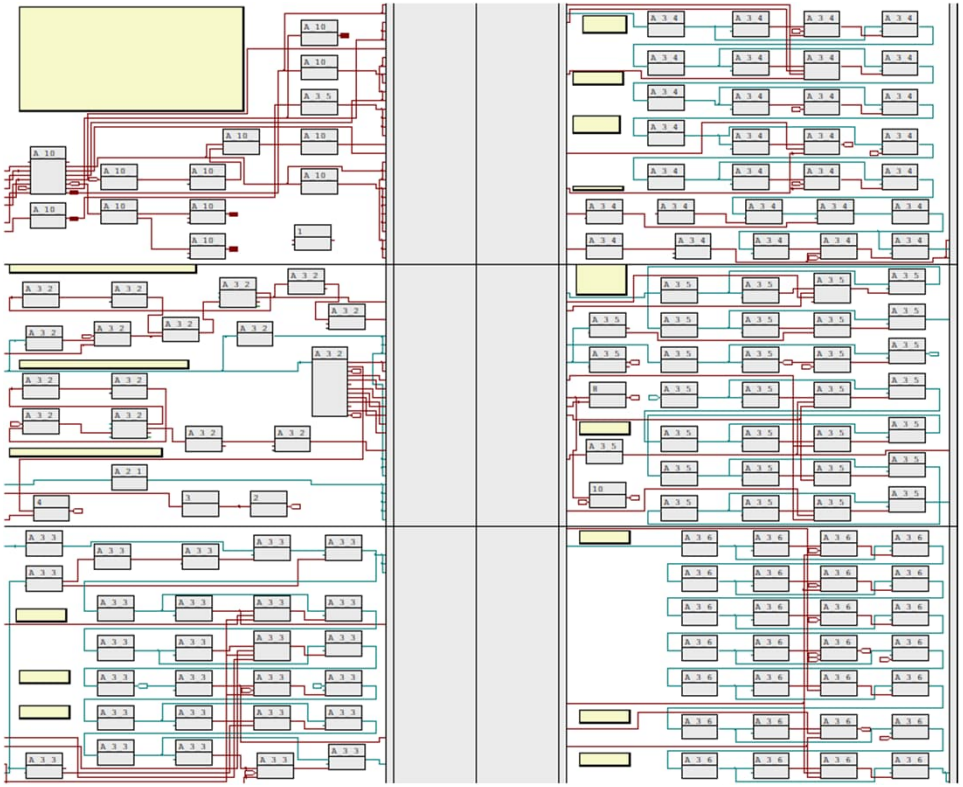
Dynamic grid support

Function diagram No.	Function diagram name
7996	Dynamic grid support - characteristic
7997	Dynamic grid support - current limiting (p5501 = 1)
7998	Dynamic grid support - sequence control
7999	Dynamic grid support - line monitoring, anti-islanding

SIEMENS

Řízení

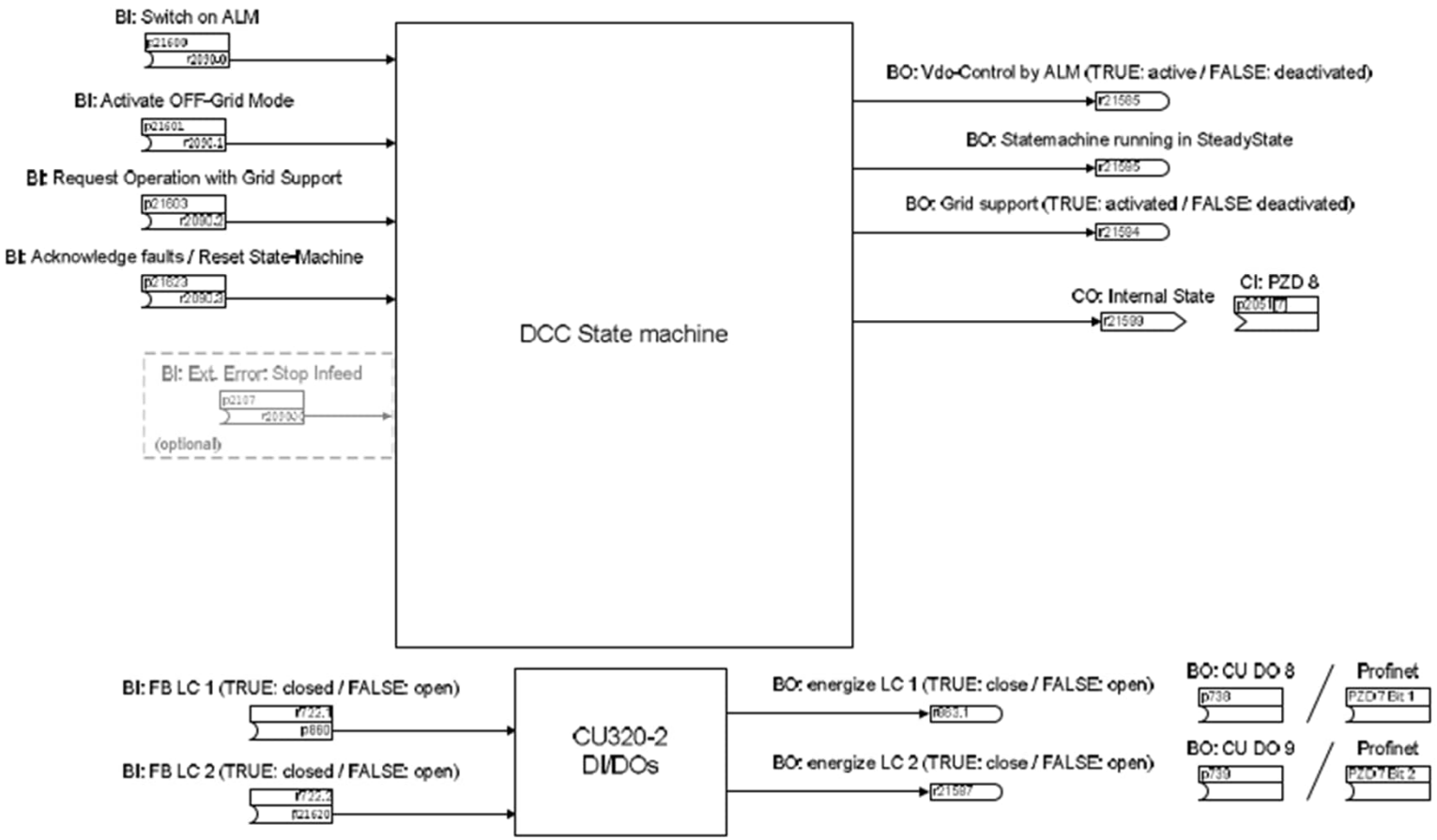
- Volné nastavení dle manuálu (použití konkrétních parametrů dle potřeby)
- Využití DCC chartu µGrid



SIEMENS

Řízení – DCC charty µGrid

- Základní přehled:



SIEMENS

Řízení – DCC charty µGrid – Komunikace

- Navolíme potřebnou délku komunikačních slov

IF1: PROFIdrive PZD telegrams | IF2: PZD telegrams

Communication interface: PROFINET - Control Unit onboard (isochronous)
The PROFIsafe communication is performed via this interface

The PROFIdrive telegrams of the drive objects are transferred in the following order:
The input data corresponds to the send and the output data of the receive direction of the drive object.
Master view:

Object	Drive object	-No.	Telegram type		Input data Length	Output data Length
1	Control_Unit	1	SIEMENS telegram 390, PZD-2/2		2	2
2	A_INF_02	2	SIEMENS telegram 371, PZD-5/8		8	5
			Supplementary Data		2	2
DOs that are not assigned to a slot. (No cyclic data exchange)						

SIEMENS

Řízení – DCC charty µGrid – Komunikace

- Receive data

PZD		Function	BiCo	Reference
1	Bit	ALM Control Word		
	0		p21600 Switch on ALM	Bool
	1		p21601 Activate Off-grid Mode	Bool
	2		p21603 Request Operation with grid support	Bool
	3		p21623 Acknowledge faults & reset state machine	Bool
	4		p860 Line contactor feedback signal (LC1)	
	5		p5583[1] Island grid synchronization signal sources: Circuit breaker feedback signal	Bool
			p21620 Feedback LC2 closed	Bool
	6		-	
	7		-	
	8		-	
	9		-	
	10		p854[0] Control by PLC/no control by PLC	Bool
	11 ... 15		-	

2	-		
3	Reactive current setpoint	p3611 Infeed reactive current supplementary setpoint	4000Hex = p2002
4	DClink voltage additional setpoint (main value is set in p3510)	p3511 DC link voltage supplementary setpoint	4000Hex = p2001
5	-		
6	-		
7	Measured value of active power consumption of the island gird loads (e.g. from power meter)	p21570 Active power setpoint for decoupling	4000Hex = r2004 (neagtive value!)
8	Measured value of reactive current consumption of the island gird loads (e.g.	p21571 Reactive current setpoint for decoupling	4000Hex = p2002 (neagtive value!)

SIEMENS

Řízení – DCC charty μGrid – Komunikace

- Transmit data

PZD		Function	BiCo	Reference
1	Bit	ALM Status Word	r2089[0] Binector-connector status word 1	
	0		r899.0 Ready for switching on	Bool
	1		r899.1 Ready	Bool
	2		r899.2 Operation enabled	Bool
	3		r2139.3 Fault present	Bool
	4		r899.4 No Off2-present	Bool
	5		-	
	6		r899.6 Switching-on inhibited	Bool
	7		r2139.7 Alarm present	Bool
	8		-	
	9		r899.9 control request	Bool
	10		-	
	11		r899.11 Precharging complete	Bool
	12		r899.12 Line contactor closed	Bool
	13		-	
	14		-	
	15		-	
2	Bit	Application status word	r2089[0] Binector-connector status word 2	
	0		r21585 Vdc control active	Bool
	1		r863.1 Energize contactor (LC1)	Bool
	2		r21597 close LC2	Bool
	3		r5402.0 Line droop control not active	Bool
	4		r5402.0 Line droop control active	Bool
	5		r21595 ALM running in steady state	Bool
	6 ... 15		-	

3	Vdc	r70 Actual DC link voltage	4000Hex = p2001
4	Grid Voltage	r25[1] Input voltage smoothed (VSM)	4000Hex = p2001
5	P	r82 Active power actual value	4000Hex = r2004 (neagtive value is generation)
6	I_react	r76 Reactive current actual value	4000Hex = p2002 (neagtive value is generation)
7	Statemachine: Active State	r21599 Internal state	Integer
8	-		
9	Alarm-ID	r2132 Actual alarm code	Integer
10	Fault-ID	r2131 Actual fault code	Integer

 Restricted | © Siemens 2022 | Kozak

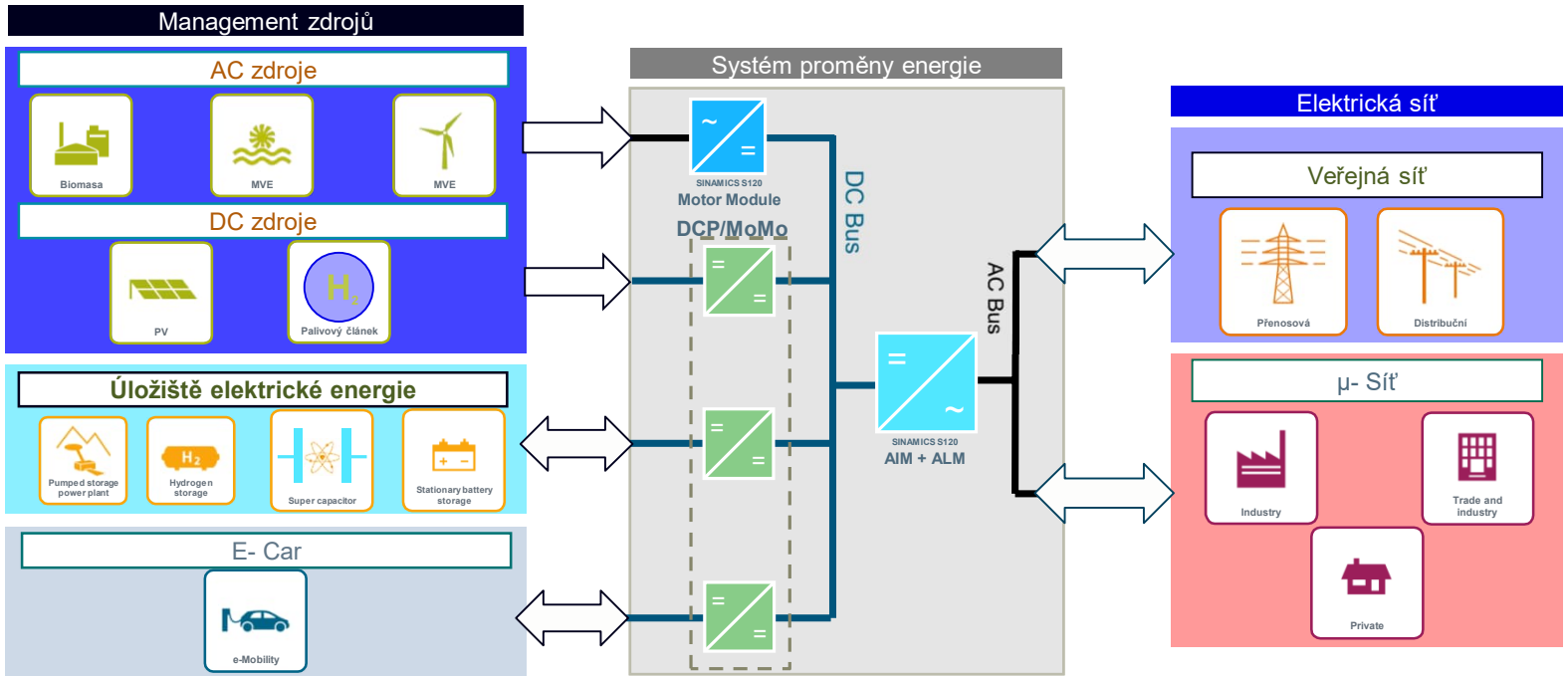
SIEMENS

Řízení – DCC charty μGrid – Řízení

- On/Off → p21600
- Režim On-Grid → řízení činného a jalového výkonu
- Režim Off-Grid → řízení U/f
- Resynchronizace/Decoupling → pomocí p21601 je možné se odpojit od sítě do režimu Off-Grid
- Reset → p2103
- Running in steady state:
  - ALM připraven k zapnutí v režimu on-grid
  - ALM pracující v režimu on-grid
  - ALM připraven k zapnutí v režimu off-grid
  - ALM pracující v režimu off-grid

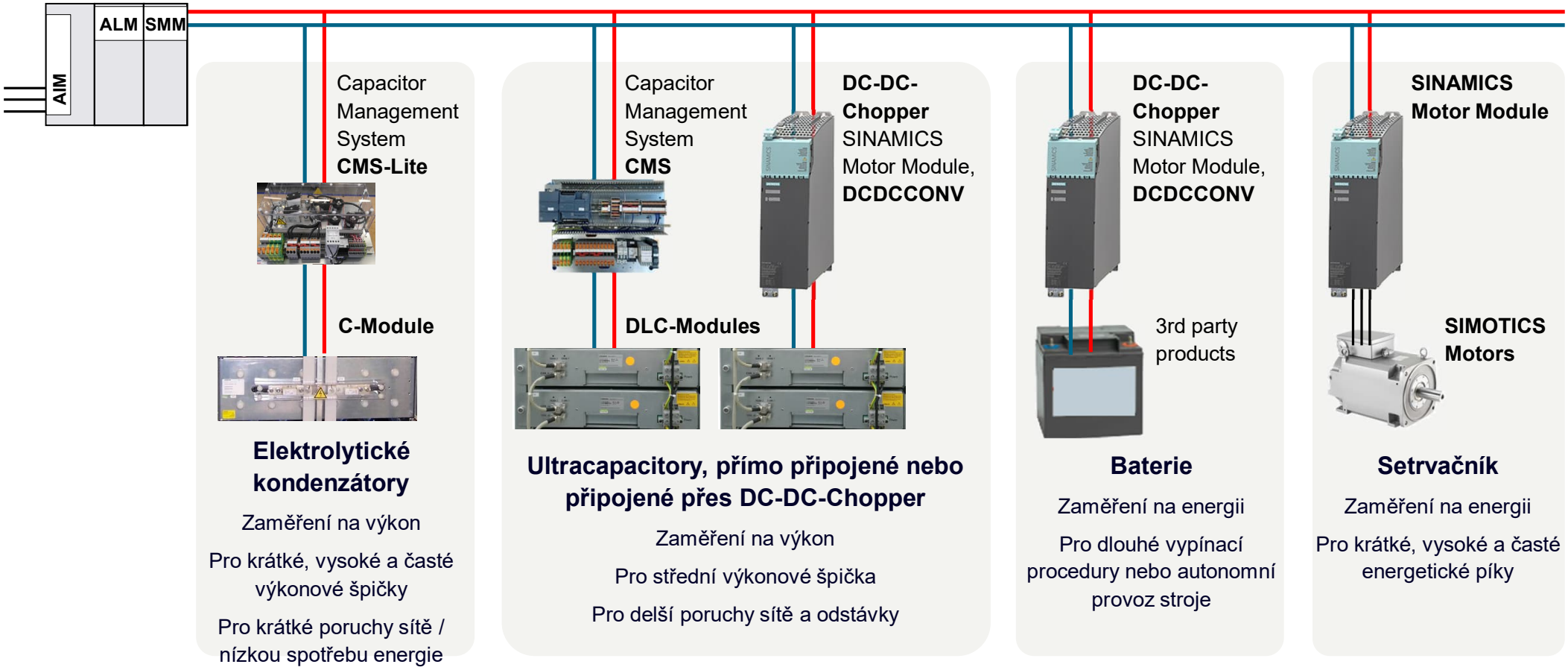
SIEMENS

Možné topologie



SIEMENS

Úložiště elektrické energie + Smart power management



SIEMENS

Ke stažení

- Manuál pro Sinamics Grid Infeed ke stažení zde
- List manuál pro Sinamics S120 ke stažení zde
- DCC charts a popis k nim na vyžádání

- S120 MoMo v kombinaci s bateriemi → manuál ke stažení zde
- S120 MoMo v kombinaci s ultrakapacitory → manuál ke stažení zde
- S120 MoMo pro připojení k dalšímu měniči → manuál ke stažení zde

- Technologická knihovna pro uvedené kombinace MoMo + DC zdroj ke stažení zde

SIEMENS

Díky za pozornost

 Restricted | © Siemens 2022 | Kozak | DI FA SUP TS | 2022-09-07

SIEMENS