

PUBLIC

**HITACHI**  
Inspire the Next

# Systemové riešenie vyvedenia výkonu z offshore veterného parku.

2023-10-10

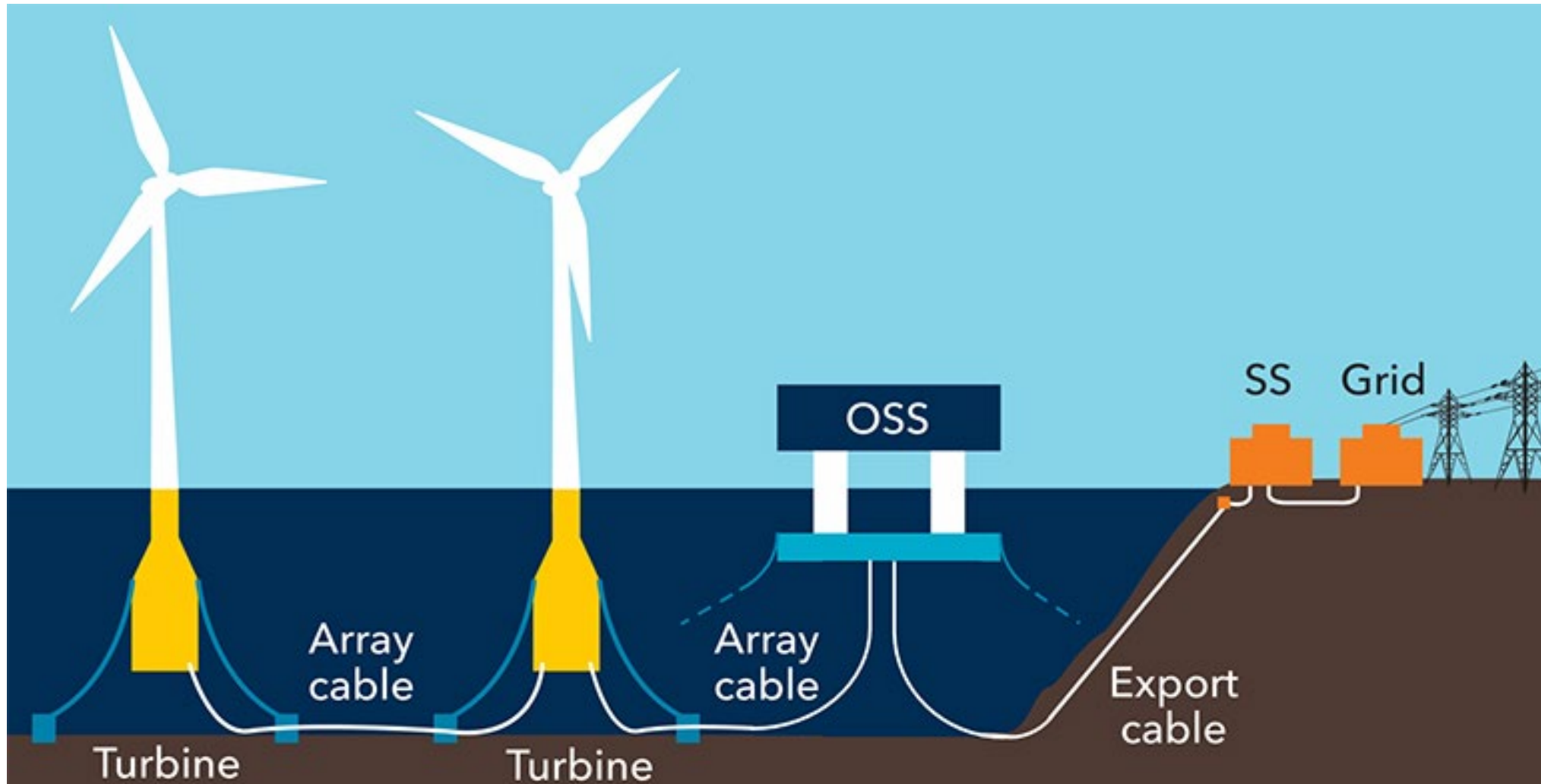
© 2023 Hitachi Energy. All rights reserved.

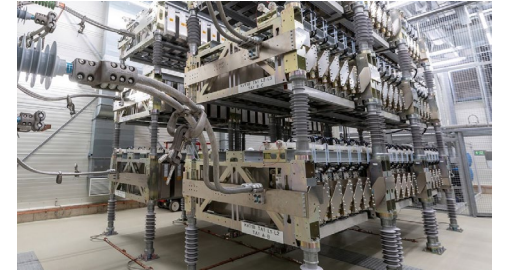
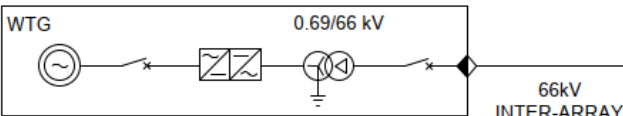
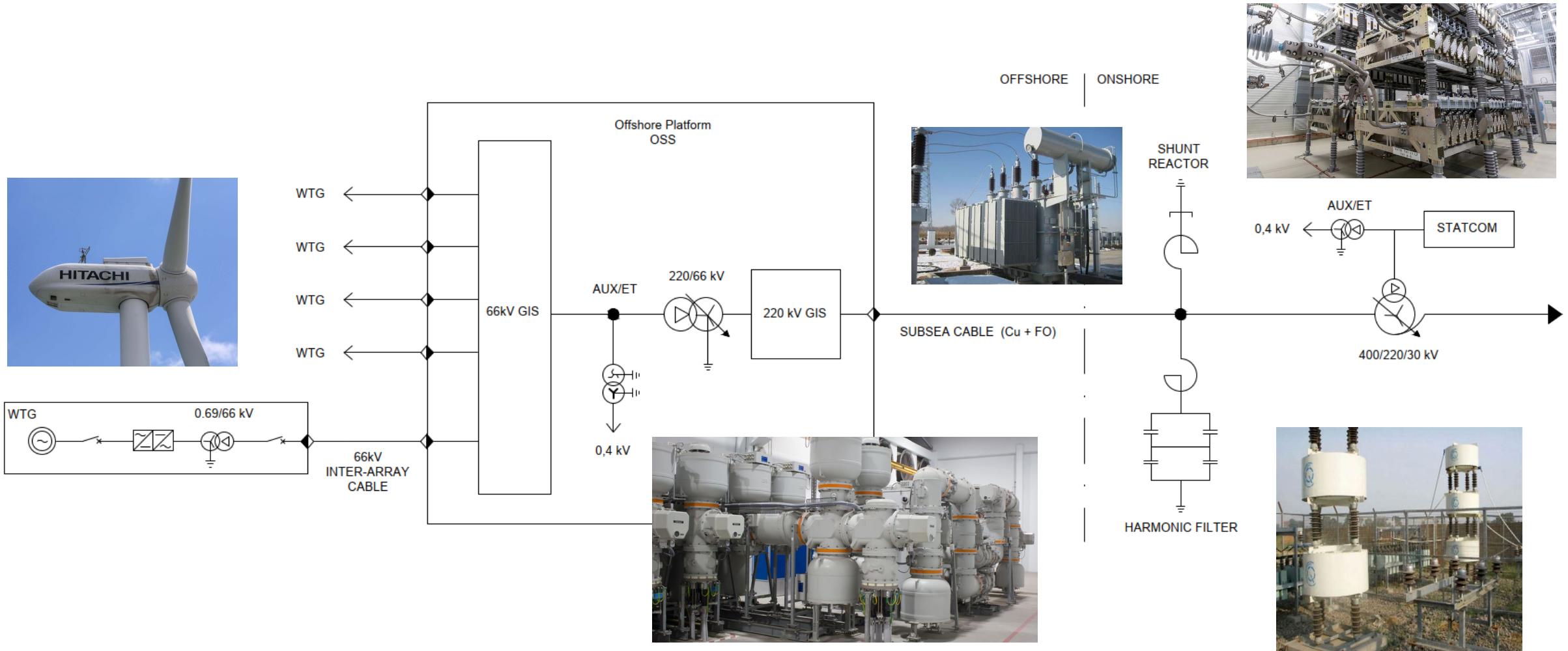
 **Hitachi Energy**

- Offshore elektrická stanica
- Onshore elektrická stanica
- Kompenzácia jalového výkonu
- STATCOM – hybridný kompenzátor
- Kontrolované spínanie na VVN (point on wave switching)







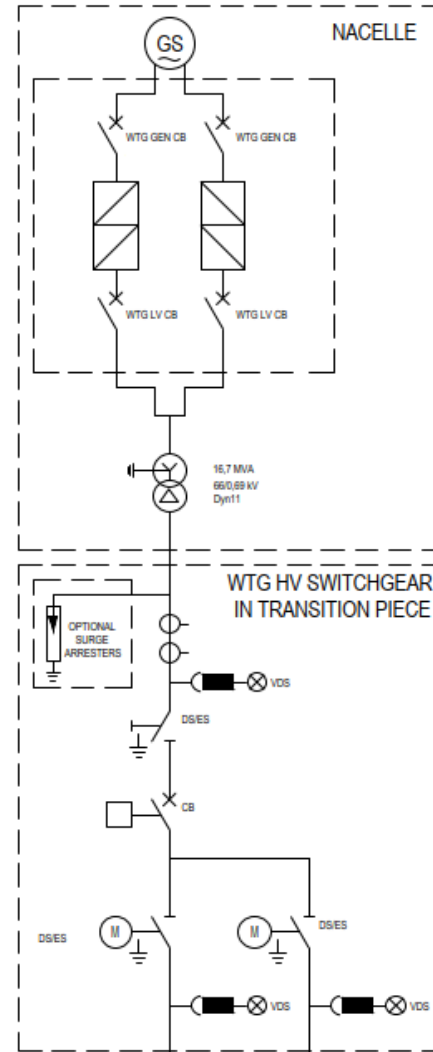


## Veterná turbína

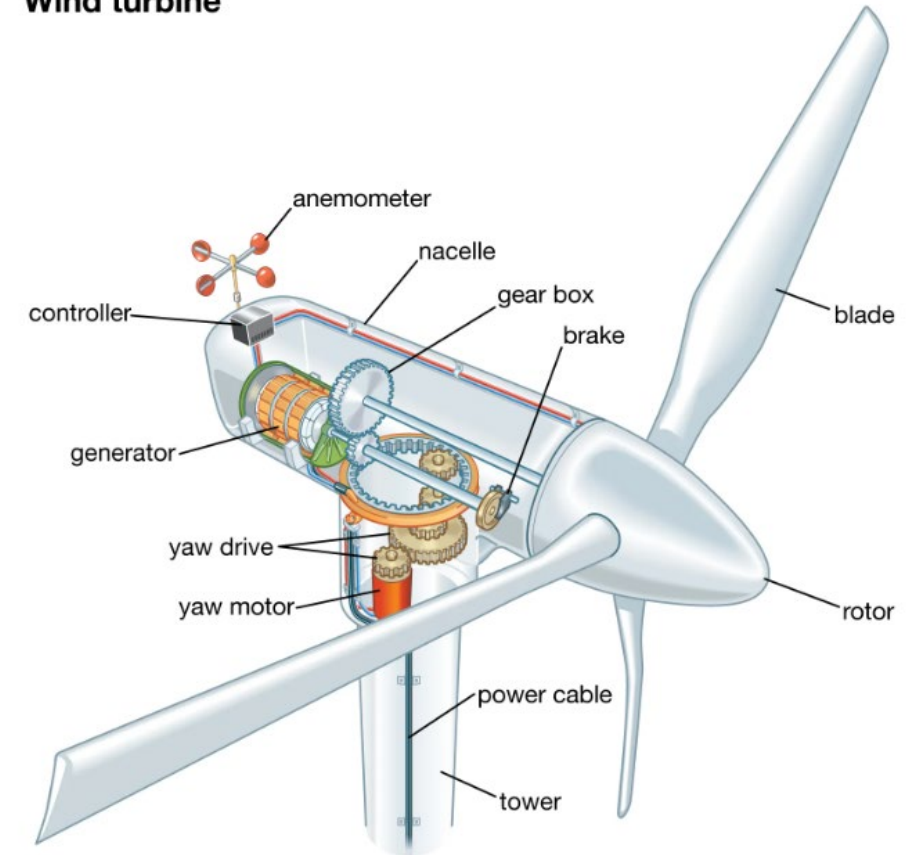
- výroba elektrickej energie 50Hz  $\pm 5\%$
- konvertor AC/DC  $\rightarrow$  DC/AC
- transformácia na VN napätie 50Hz

## VN časť

- VN rozvádzač a vyústenie na VN kábel
- VN káble zapojené do „stringov“



Wind turbine



© Encyclopædia Britannica, Inc.

## Offshore plošina

- transformácia z VN napätia na prenosové VVN napätie

## Hlavná paluba

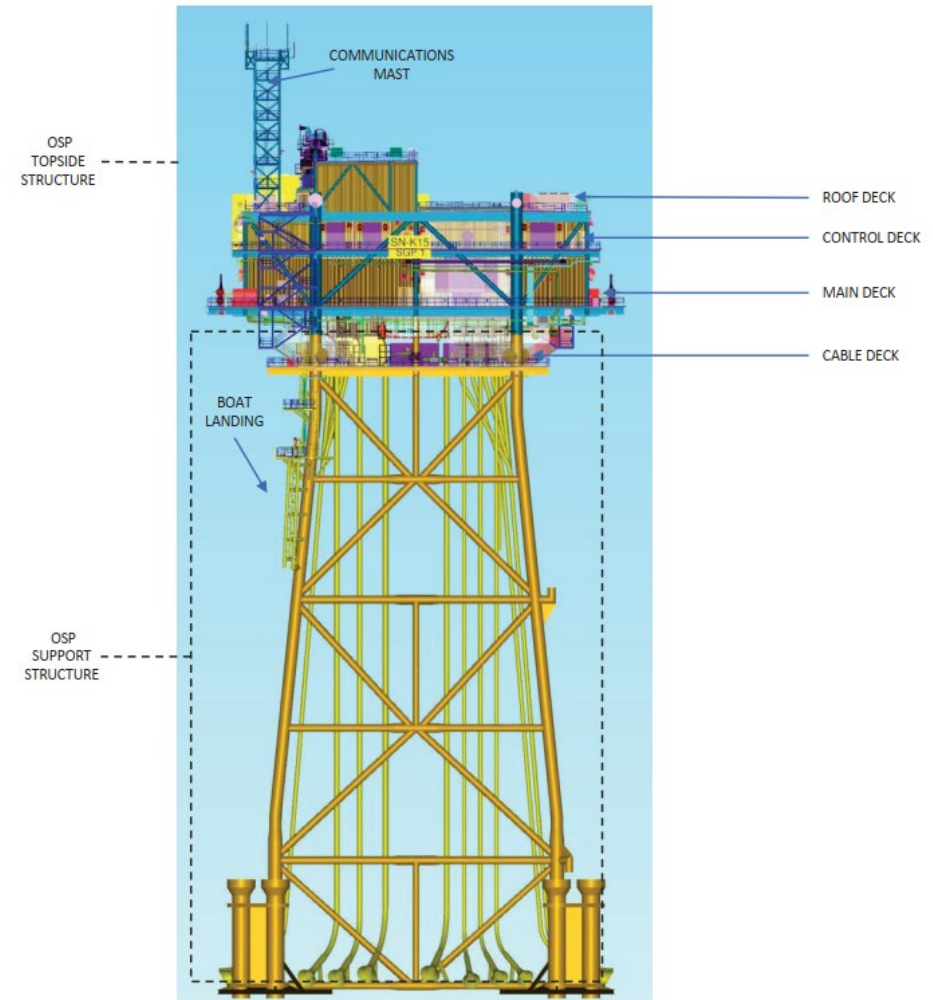
- výkonový transformátor typu trojuholník - hviezda
- VN a VVN plynom izolované rozvodne (GIS)

## Káblová paluba

- VN káblové stringy
- export kábel na onshore stanicu

## Kontrolná paluba

- Miestnosť ochrán
- SCADA systém





## Elektrická stanica na pobreží

- transformácia z 220kV na prenosové VVN napätie operátora prenosovej siete (TSO)
- kompenzátory jalového výkonu
- STATCOM

## Kompenzátory

- kompenzačná tlmivka
- harmonické filtre

## Kontrolované spínanie

- minimalizovanie prechodných dejov pri spínaní jalových záťaží

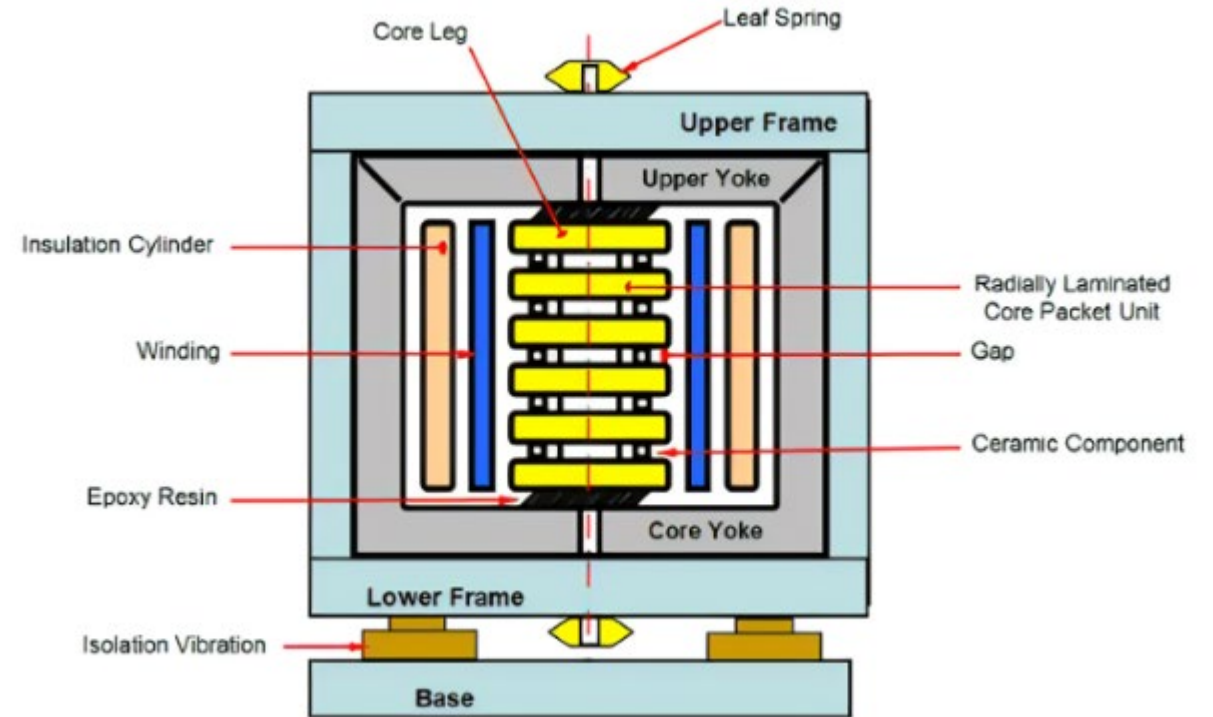


## Účel a vlastnosti

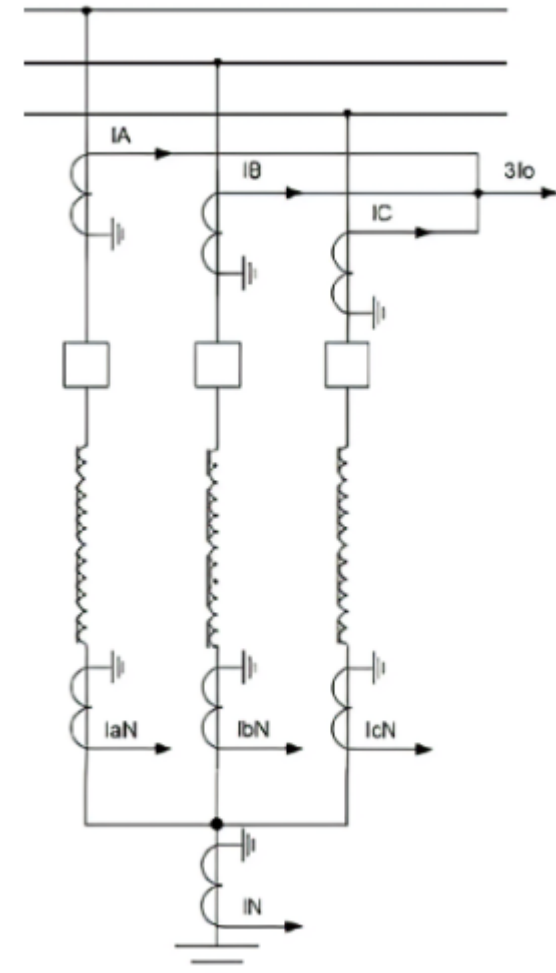
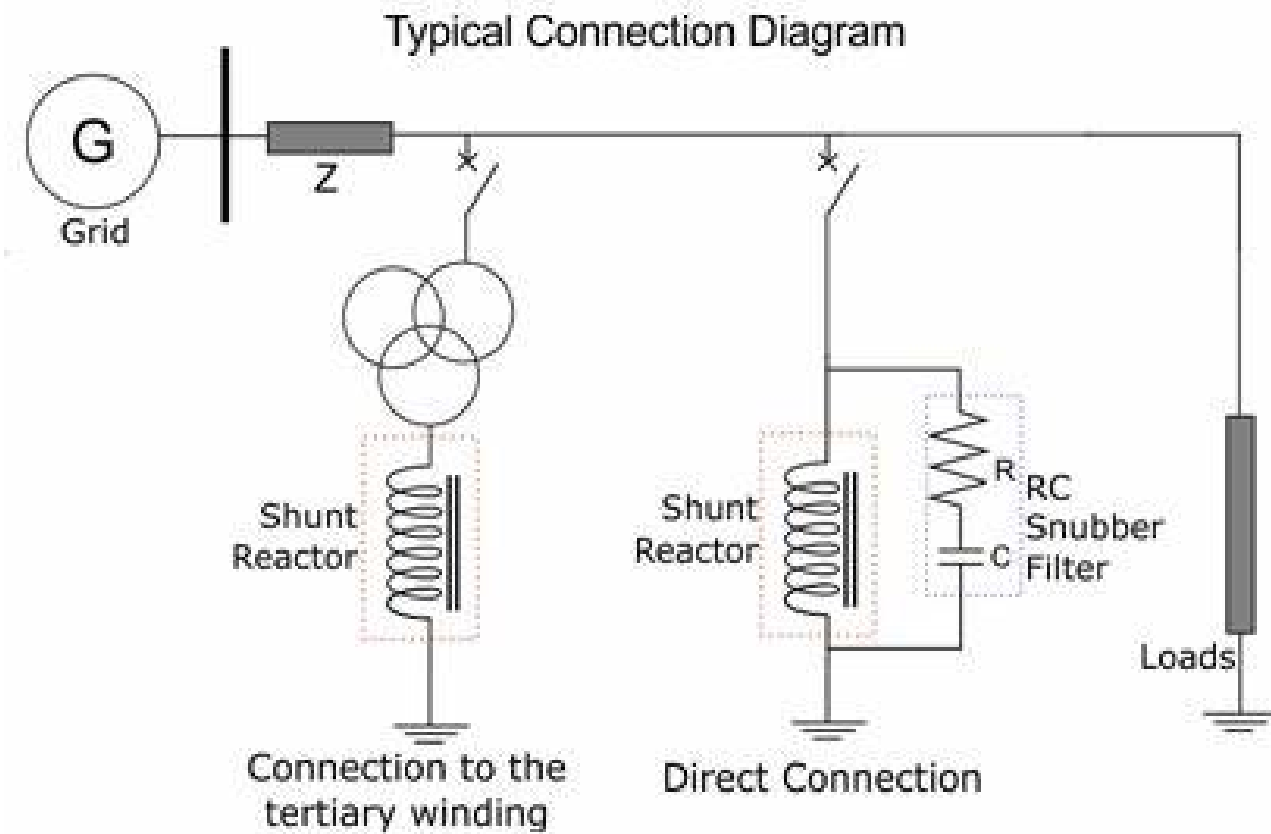
- zariadenie pre kompenzáciu jalového výkonu a stabilizáciu napätia
- pripojenie na priamo alebo cez terciár transformátora
- vplyv na účinník – absorbovanie jalového výkonu

## Offshore veterný park

- kompenzácia kapacity export kábla medzi offshore plošinou a onshore VVN rozvodňou
- cca.  $\Phi$  1000 – 3000 mm<sup>2</sup> / 0,2 – 0,3  $\mu$ F/km





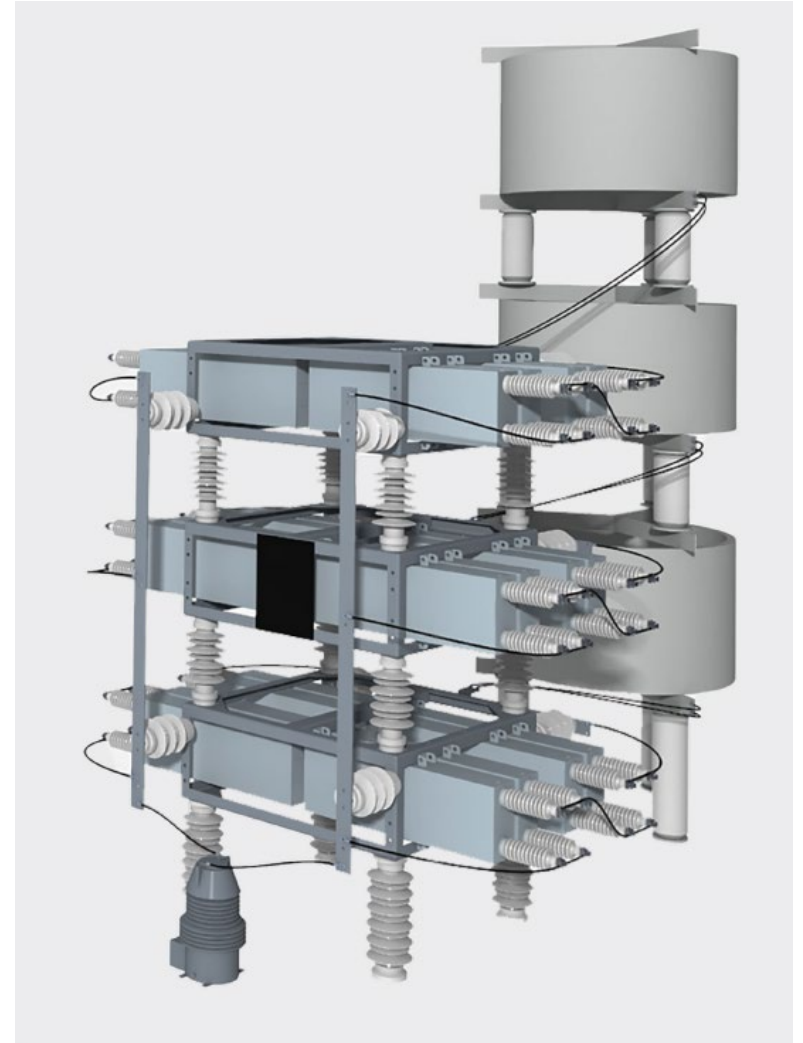


## Účel a vlastnosti

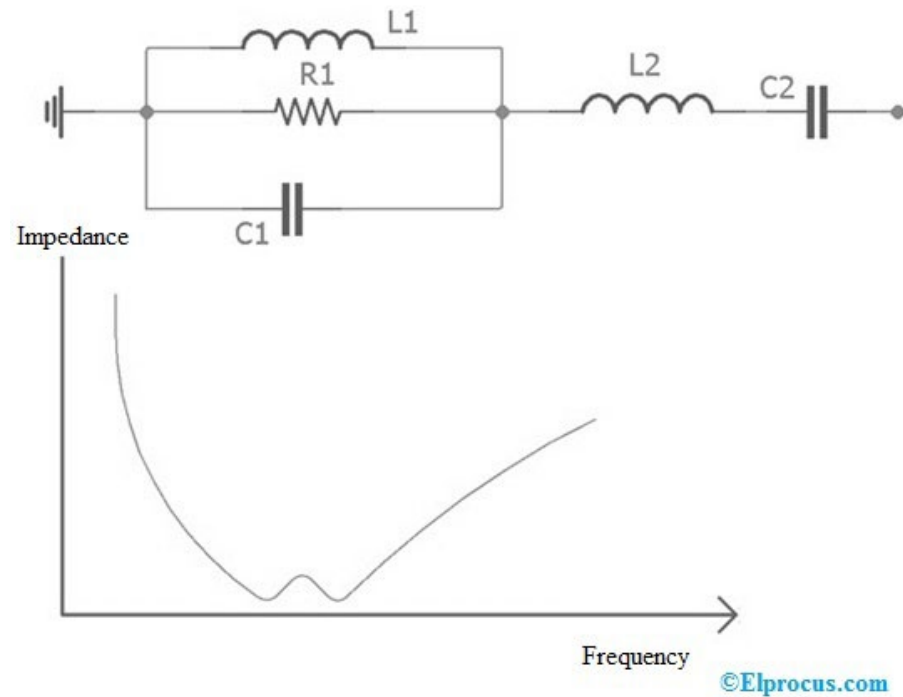
- zariadenie pre zníženie vplyvu harmonických na sieť
- zlepšuje stabilitu siete a znižuje straty
- zvyšuje účinník siete

## Princíp a typy HF

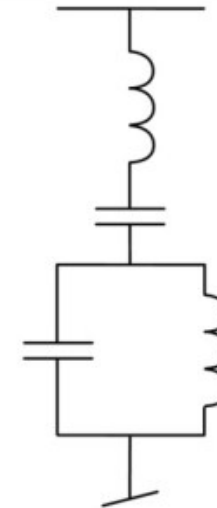
- zníženie deformácie siete pomocou odfiltrovania harmonických prúdov
- aktívne – polovodičové prvky (BJT, IGBT, MOSFET)
- pasívne – odpory, kondenzátory a reaktory



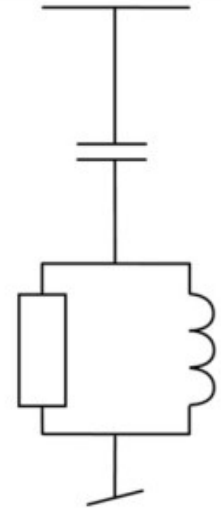
Filter pracuje napríklad ako seriovo-paralelný rezonančný filter RLC obvodu. Presná schéma závisí od parametrov siete a blokovaných harmonických.



Single tuned filter  
w/o damping



Double tuned filter



High pass filter



## Účel a vlastnosti

- **Static (Synchronous) Compensator - STATCOM**
- generuje aj absorbuje jalový výkon
- zlepšuje stabilitu siete
- zvyšuje prenosovú schopnosť stabilizáciou napätia a udržovaním kvalitatívnych atribútov napätia počas rôznych podmienok v sieti

## Princíp

- kontinuálne poskytuje jalový výkon do siete pri meniacich sa podmienkach v závislosti na zmene napätia v sieti
- rýchle spínanie v milisekundách – princíp Voltage Source Converter (VSC) v kombinácii s technológiou Pulse Width Modulation (PWM)
- skupina odbočiek zložených z výkonových tyristorov TCR – Thyristor Controlled Reactor, TSC – Thyristor Switched Capacitor



## Typy v ponuke Hitachi Energy

- SVC Light STATCOM
- PCS 6000 STATCOM

## SVC Light® STATCOM

- VSC koncept
- Generuje a absorbuje jalový výkon pomocou elektronického spracovania napäťovej a prúdovej sínusoidy vo VSC konvertore
- prevedenie zahŕňa kondenzátory a reaktory
- vhodné pre „mäkkú“ sieť, veľké veterné elektrárne, siete s vysokým počtom klimatizačných jednotiek





## PCS 6000 STATCOM

- flexibilný systém aplikovateľný v širokom rozsahu
- dynamická stabilizácia napätia, vyrovnanie nesymetrických záťaží, aktívny harmonický filter
- využíva IGCT technológiu (Integrated Gate Commutated Thyristor)
- vhodný pre ustálený aj dynamický stav siete
- efektívne riešenie s minimálnou údržbou – nízke prevádzkové náklady



## Point on wave (POW) switching

- oneskorenie spínacích povelov pre výkonové vypínače
- spínanie v optimálnom okamžiku pre každú fázu vypínača
- Switchsync® PWC600

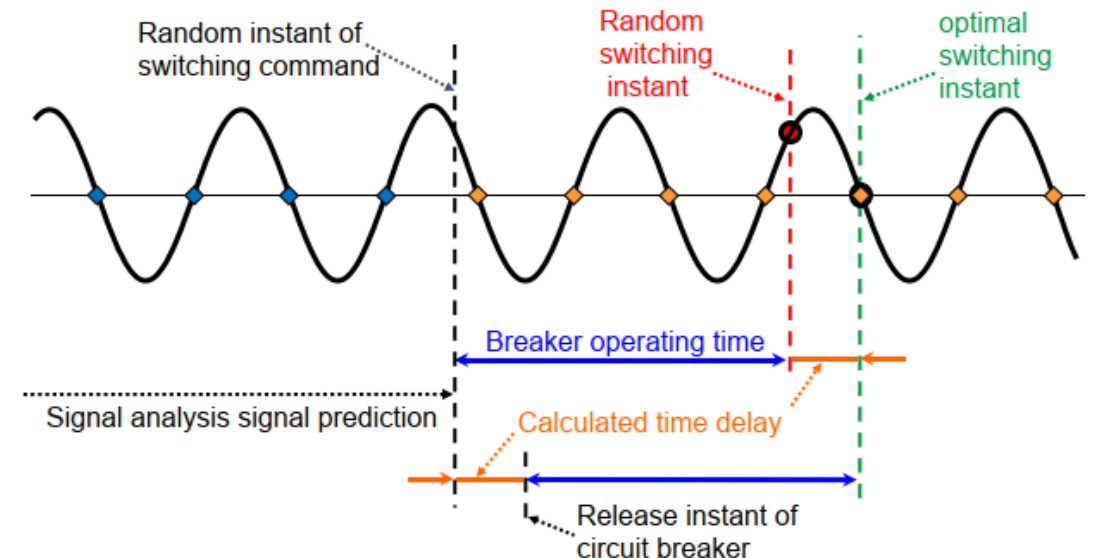


## Účel a použitie

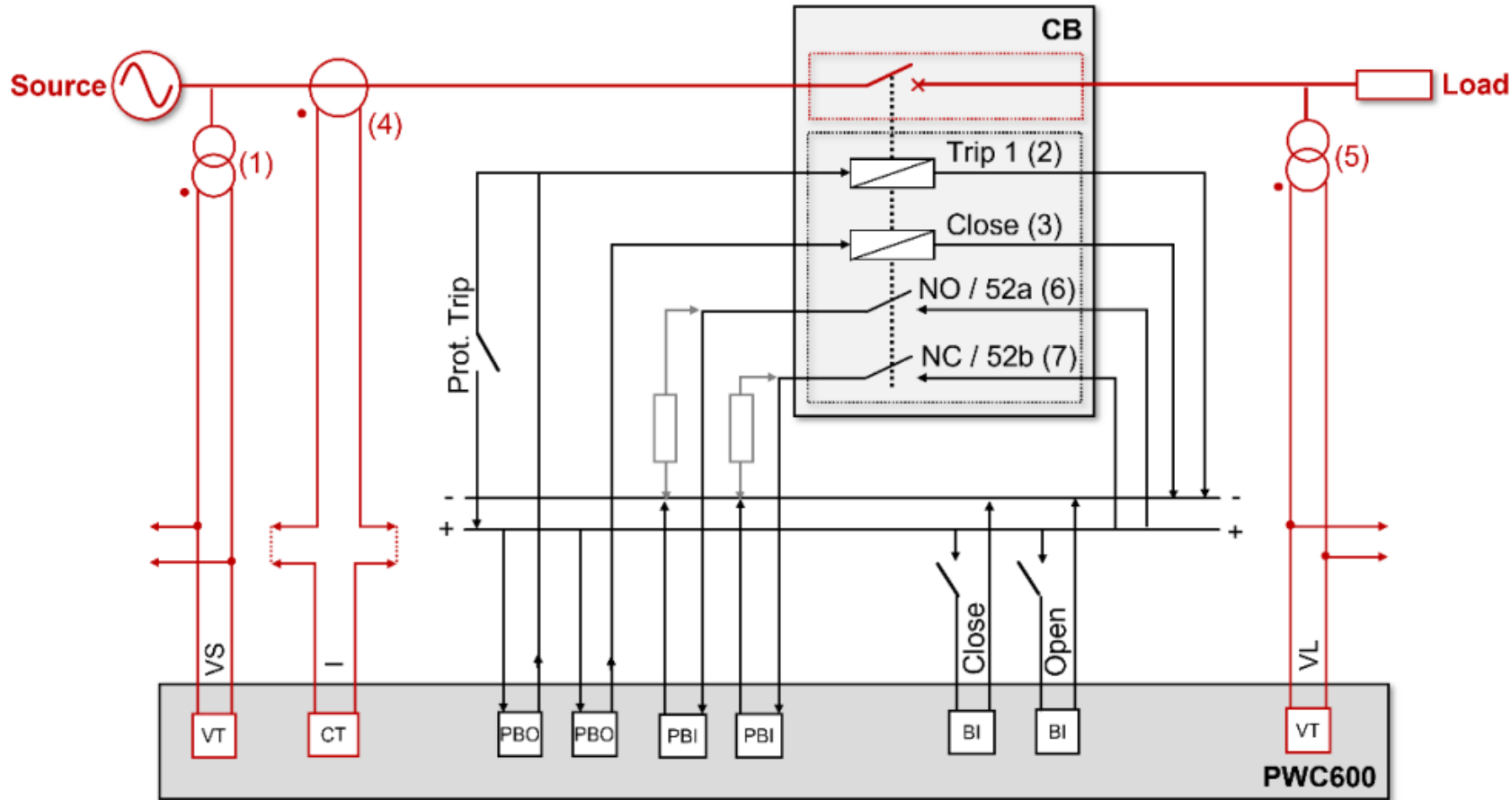
- spínanie v optimálnom okamžiku pre každú fázu vypínača
- minimalizovanie elektrického opotrebenia kontaktov a predĺženie životnosti zariadenia
- spínanie kompenzátorov (kapacitných, induktívnych), nezaťažených transformátorov a káblov

## Princíp

- analýza napätia a prúdu z pripojených PTP a PTN za účelom identifikovania vhodného momentu pre spínanie
- vydaný zapínací alebo vypínací povel je oneskorený na základe operačného času vypínača a priebehu meraného napätia a prúdu





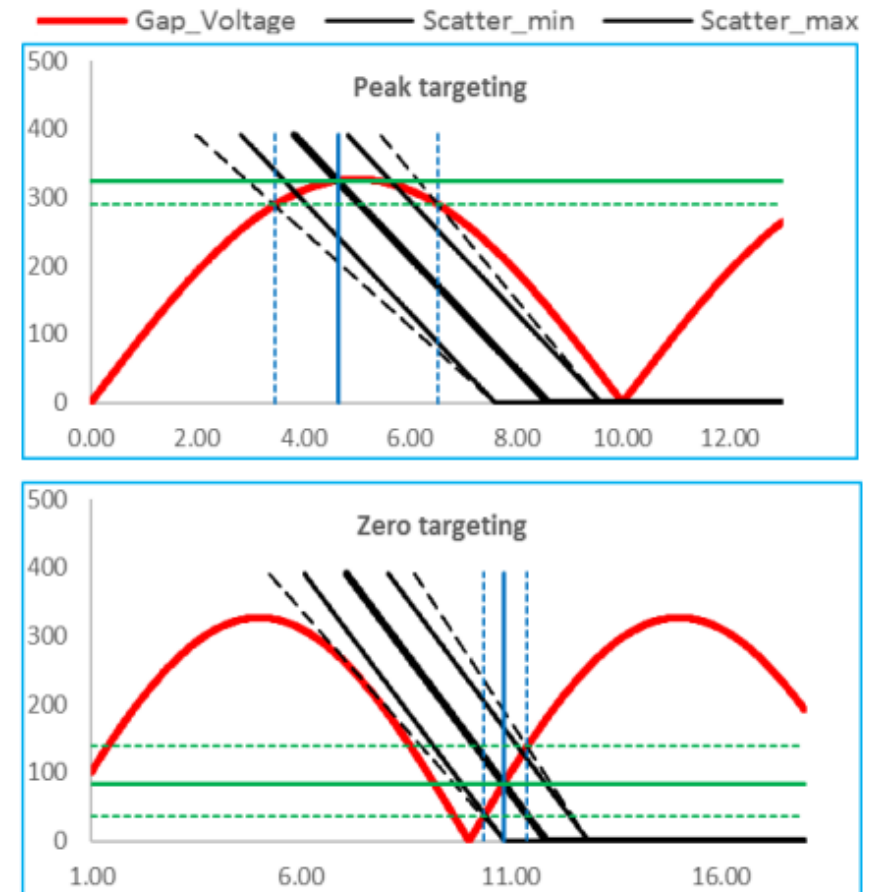


PBI - precision binary inputs  
PBO – precision binary outputs

Event time resolution - 100µs

## Ďalšie požiadavky

- vypínanie od ochrán, resp. zapnutie funkciou OZ musí byť nezávisle od POW
- pre správne fungovanie parametre vypínača sú potrebné
- LTB, DTB vypínače aj pre GIS vypínače
- PTP pre kondenzátory – meracie jadro
- PTP pre kompenzačné tlmivky, transformátory, vzdušné vedenia a káble – ochranárske jadro
- podpora pre Process bus podľa IEC 61850-9-2



- Vyvedenie výkonu z offshore veterného parku vyžaduje komplexnú kompenzáciu jalového výkonu v sieti
- Kompenzácia export kábla medzi pevninou a offshore plošinou – kompenzačná tlmivka
- Kompenzácia konvertors AC/DC → DC/AC – harmonický filter
- STATCOM – stabilizácia napätia, prídavná kompenzácia a vyhladenie napätia pre VVN sieť
- Spínanie jalových záťaží – kontrolované spínanie (POW)





**HITACHI**  
Inspire the Next