

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

Katedra elektroenergetiky

Kvalita elektrické energie – Signál HDO

Přednáška z předmětu Distribuce
elektrické energie (15DEE)



12.4.2006

Ing. Tomáš Sýkora

Signál HDO

- **HDO** = Hromadné Dálkové Ovládání
- je řídicí systém, který při použití přenosu signálu po silovém vedení energetické sítě je schopen ovládat zapínání a odpínání spotřebičů a dalších elektrických zařízení, včetně přepínání tarifů. Je tvořen souborem technických prostředků (centrální automatika – vysílače - přenosové cesty - přijímače)

Proč využíváme signál HDO

- poptávka po elektřině se v průběhu dne mění - aby nebylo nutné posilovat výrobní kapacity elektráren a kapacity přenosových vedení kvůli několika hodinám špičkové poptávky denně, vznikla myšlenka přesunu provozu elektrotepelných spotřebičů právě do doby nízkého zatížení elektrizační soustavy
- tím se dosáhlo optimálního rozložení odběru tak, aby rezervy energetických zdrojů nebyly vyčerpány a nedocházelo k extrémním špičkám minima nebo maxima - zavedení dvoutarifové sazby (vysoký a nízký tarif)

3

Historie signálu HDO v ČR

- v minulosti bylo časové rozdělení platnosti tarifů pevné
- tarify byly přepínány spínacími hodinami u elektroměru podle předem nastaveného času
- nepřijímají žádné řídicí signály
- nízký tarif byl v noční době od 22:00 do 6:00



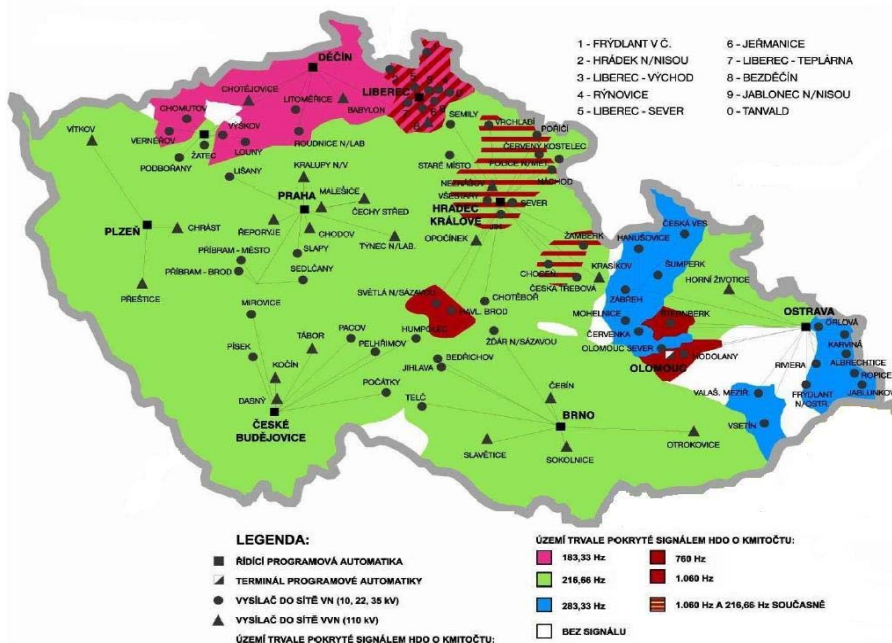
4

Historie signálu HDO v ČR

- v závislosti na ročním období, typu dne a počasí se časy přirozeného poklesu zatížení mění, a proto není možné poskytovat denní část nízkého tarifu pomocí spínacích hodin
- z tohoto důvodu se začali nahrazovat spínací hodiny přijímači HDO, které mohou reagovat operativně na vyslanou spínací operaci
- spínací hodiny jsou dnes montovány pouze v oblastech nepokrytých signálem HDO s dostatečnou úrovní

5

Mapa pokrytí signálem HDO v ČR



Vývoj signálu HDO v ČR

Vysílače:

- nejdříve vysílače v síti nn a poté i v sítích vn
- v polovině 60. let min. století vysílače s rotačním zdrojem tónového kmitočtu 1060 Hz připojeného do sítě vn
- koncem 70. let min. století ukončen vývoj statického měniče kmitočtu (SMK) o výkonu 20 kVA
- začátek 80. let min. století statický měnič kmitočtu pro úroveň napětí 110 kV s $f = 216 \text{ a } 2/3 \text{ Hz}$

7

Vývoj signálu HDO v ČR

Pracovní kmitočty:

- v 70. letech min. století koordinace výstavby systémů HDO s kmitočty 1060, 760 a 425 Hz (rozdělení podle KEPů: 425 Hz – STE, JME; 750 – JČE, SČE, SME; 1060 Hz – ZČE, VČE)
- na zač. 70. let min. století zvolen jednotný kmitočtet 216 a 2/3 Hz
- toto řešení zvláštní klade nárok na tech. řešení ovládání vysílačů (spolupráce v jedné oblasti, omezení úniku přes nadřazenou energetickou soustavu)
- koncem 80. let min století pro podniky kmitočtet 216 a 2/3 Hz

8

Vývoj signálu HDO v ČR

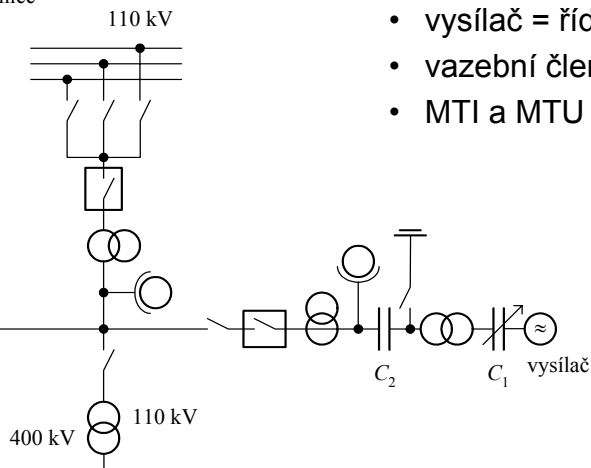
Ovládání vysílačů:

- samostatně pracující vysílače (každý samostatně vybavený prog. automatikou)
- určitá skupina řízená z ústřední automatiky řízené z rajónního či krajského dispečinku

9

Vysílače HDO

pomocná přípojnice



- vysílač = řídicí logika
- vazební členy
- MTI a MTU

10

Řídící automatiky HDO

plní dvě základní funkce:

- řízení a kontrola vysílačů HDO (automatická kontrola supiny vysílačů, kontrola připravenosti k vysílání, kontrola přenosových cest)
- řízení systému HDO ovládáním jednotlivých skupin přijímačů tohoto systému

11

Výkonová a řídicí část vysílačů

základní výkonové provedení vysílače je tvořeno:

- dvěma vazební členy pro napájení dvou oddělených systémů
- řídicí částí tvořenou programovatelnými mikroprocesorovými prvky
- základní výkonová část je potom umístěna v jedné skříni

řídicí systémy vysílačů:

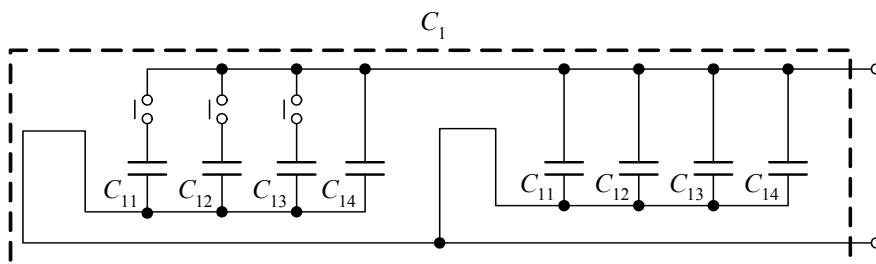
- dříve – reléové logiky
- nyní – řídicí techniky na bázi mikroprocesorové techniky

12

Vazební členy vysílačů HDO

Vazební kondenzátory

C_1 – ladící kondenzátor (naladěním C_1 se snižuje úroveň přeslechů v nadřazené síti)

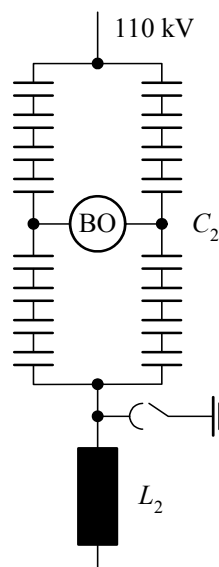


13

Vazební kondenzátory

BO - balanční ochrana

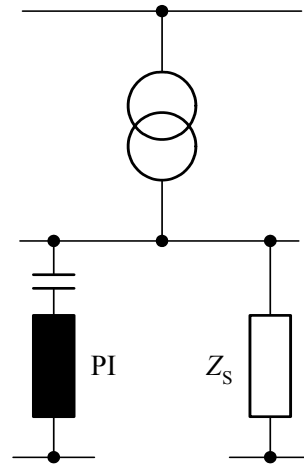
- vazební kondenzátor C_2 a vazební cívku L_2 filtraci vyšších harmonických
- C_2 a L_2 vykazují sací účinek



14

Podpůrná impedance

- úroveň signálu HDO v jednotlivých uzlech sítě je dána poměrem impedance vysílaného kmitočtu k zatěžovací impedanci
- cílem podpůrné impedance je upravit impedanční poměry ve vybraných částech sítě → zkvalitnění šíření signálu HDO
- impedance v konkrétních bodech nižší → nižší úroveň signálu HDO



15

Parametry podpůrné (PI) impedance

- sériový LC obvod (vysokonapět'ový kondenzátor a vzduchová cívka s odbočkami)
- návrh PI s ohledem na min. přídavné ztráty
- princip: změnou rezonančního kmitočtu LC obvodu odbočkami na cívce L → ovlivnění tónového kmitočtu v daném úseku rozvodné sítě → ovlivnění úrovně signálu HDO

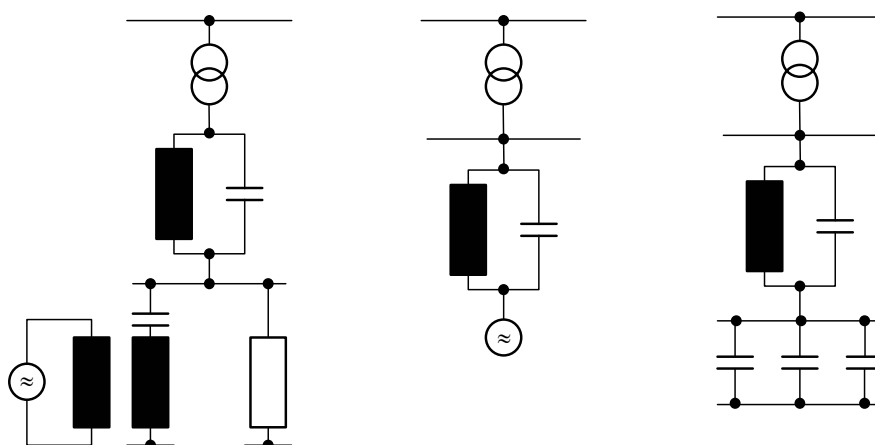
16

Hradicí člen

- využívá se zejména k omezení nežádoucích šíření signálu HDO v síti
- úprava impedance sítě
- úprava jiných částí kmitočtu HDO
- zapojení do přívodu úseku sítě (gen., kond. baterie, ...)

17

Použití hradicích členů

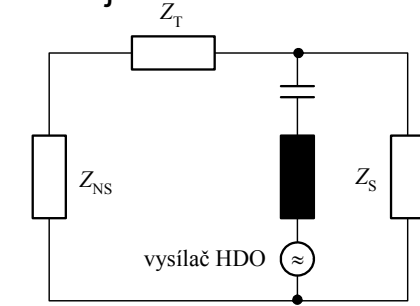


18

Vazební členy vysílačů HDO

Paralelní vazba

- přednost → není zapojena do toku energie 50 Hz a případná porucha neohrožuje dodávku el. en.
- použití v místech, kde impedance trf. a napájecí sítě je větší či rovno než signál do níž se vysílá



Z_S - impedance sítě do níž se vysílá signál HDO

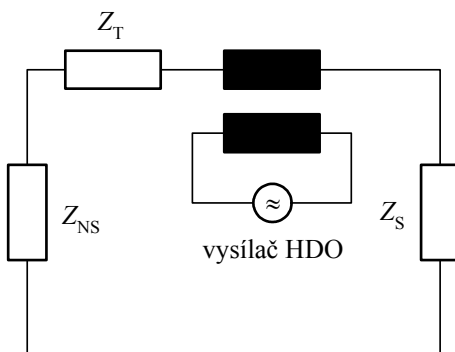
Z_{NS} - impedance nadřazené sítě

Z_T - impedance transformátoru

19

Sériová vazba

- použití v místech, kde impedance trf. a napájecí sítě je menší než signál do níž se vysílá
- u kmitočtů okolo 200 Hz



Z_S - impedance sítě do níž se vysílá signál HDO

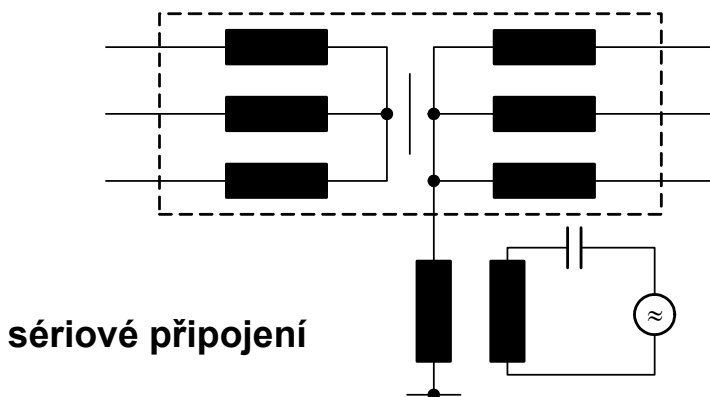
Z_{NS} - impedance nadřazené sítě

Z_T - impedance transformátoru

20

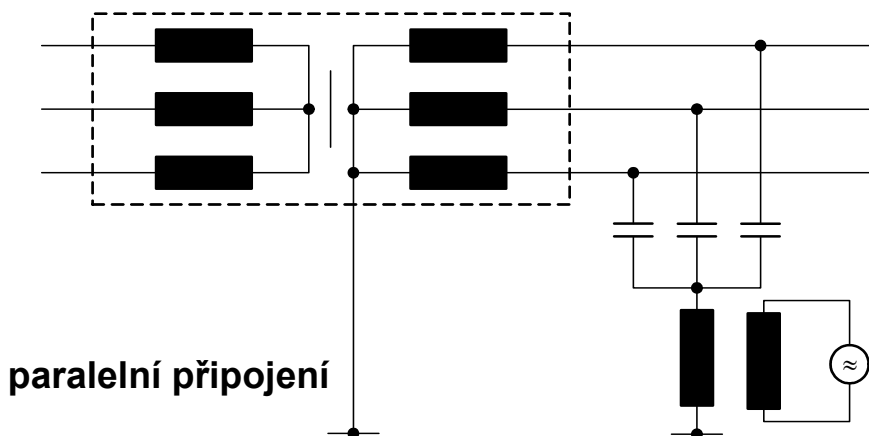
Připojení do středního vodiče

- signál vysílaný do středního vodiče se nešíří přes transformátor, proto se tento druh vazby užívá pouze v sítích nn



21

Připojení do středního vodiče



22

Koncepce připojení vysílačů HDO

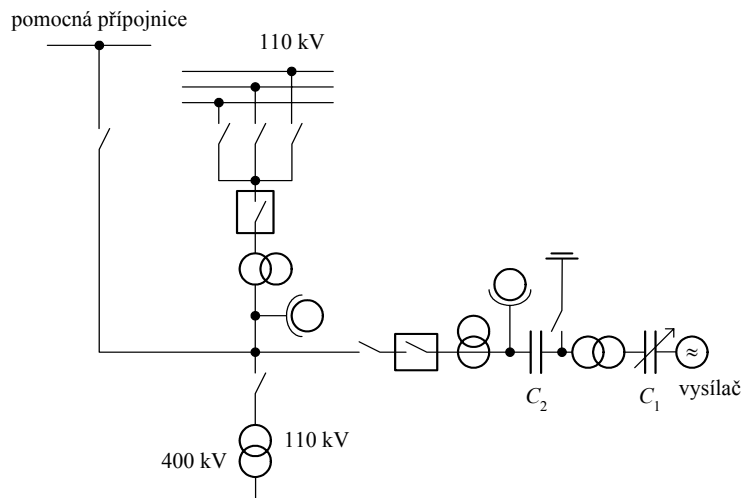
- důvody pro volbu paralelní vazby, při tónových frekvencích vyšších než 250 Hz:
- dimenzování vysílače (vazebního filtru) není závislé na velikosti zkratového výkonu v místě připojení
- při poruše na vysílači (vazebního členu) nemá vliv na provoz rozvodny 110 kV (narozdíl od u sériové vazby)
- pro provoz postačí volit počet bloků vysílače shodný s počtem skutečně provozovaných přípojnic

23

- revize na části 110 kV vysílače neovlivní ostatní provoz zařízení (u sériové vazby je nutné vypnutí transformátoru)
- ve stanici 400/110 kV lze vypnout kterýkoliv napájecí transformátor bez vlivu na vysílače HDO
- zapínáním/vypínáním transf. 400/110 kV se mění impedance obvodu a tím také tónové napětí v síti
- nejčastěji v transformovně 110/22 kV nebo 400/110 kV, a to na straně 22kV nebo 110 kV
- výkon vysílače do sítí 22kV je 250kVA, do sítí 110kV je 1,5MVA

24

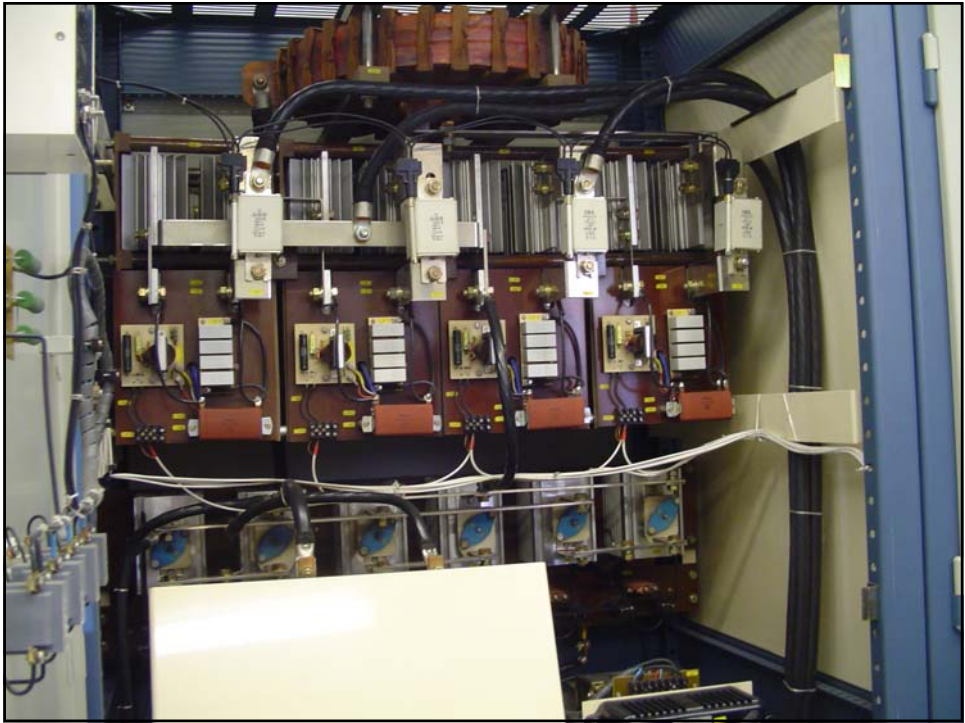
Vysílače HDO



25



26





Telegramy HDO

Telegram ZPA, Impuls - Impuls

Telegramy systému HDO má následující skladbu:

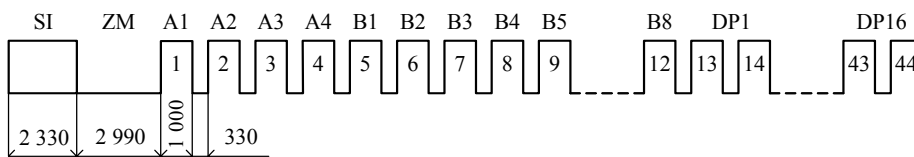
- startovací impuls SI (2,33 s)
- zabezpečovací mezera ZM (2,99 s)
- 44 kroků tvořených impulsem 1 s a mezerou 0,33 s
- celý telegram má délku necelých 64 s
- adresování pro různé skupiny přijímačů – jednotlivé impulsy mají v čas. řadě spec. určení

31

Výhody telegramu VERSACOM

- spolehlivost řízení objektů kombinací příjmu telegramů a spínacích hodin
- spolehlivost v zabezpečení proti chybám při přenosu
- nezávislost řízení spotřeby na výpadku vysílače při servisu nebo poruchách
- možnost řízení podle požadavků spotřeby a dalších vlivů
- uvolnění časového prostoru pro řízení zátěže podle požadavků spotřeby
- pružné adresování s proměnnou délkou
- individuální adresování (např. možnost odpojení neplatičů)
- možnost paralelního užití konvenčního telegramu
- VERSACOM protokol je standardizován normou DIN 43861
=> nezávislost na výrobci

32



Po SI a ZM následuje:

- 4 impulsy označené jako „předvolba A“ - A1...A4
- 8 impulsů označených jako „předvolba B“ - B1...B8
- 16 dvojic označených jako „výkonné dvojpovely DP“ - DP1...DP16

33

Př.: Užití jednotlivých předvoleb a dvojpovelů:

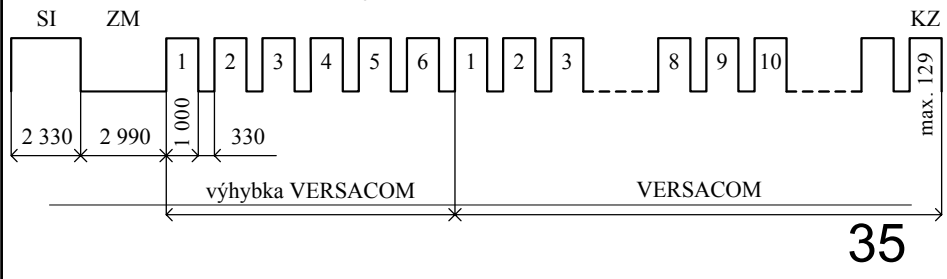
- a) předvolba A1 je určena pro ovládání přijímačů u MOO a u MOP
- b) předvolba A2 je určena pro ovládání přijímačů u VO
- c) předvolby A3 a A4 - specifické užití v kombinaci s předvolbami B
- d) předvolby B v kombinaci s předvolbou A1 (pro MOO, MOP):
 - B1, B2 (dělené pásmo), B3 (pásmo nízkého tarifu) pro skupinu MOP
 - B4 až B8 pro MOO - B5 (nedělní pásmo nízkého tarifu), B4, B6 až B8 - dělené pásmo
- e) dvojpovely DP – přepnutí relé v přijímači HDO (1. – ZAP, 2. - VYP)

34

VERSACOM – VERSAtile COMMunication

Řídící automatika vysílá do sítě dálkově parametrovací pomocí protokolu VERSACOM, kterým lze:

- synchronizovat čas přijímače
- spínací program odblokovat nebo zablokovat
- změnit spínací časy ve spínacích programech
- smazat spínací časy
- změnit přiřazení typu dne



impulsní rastr:

- stejná délka impulsů a mezer jako standardní telegram
- volitelný počet impulsů výhybky
- koncová značka (odlišná délka impulsu)
- možnost adresování: – 49,152 spínaných objektů
- více než 16,7 mil. individuálních adres

Výhody telegramu VERSACOM

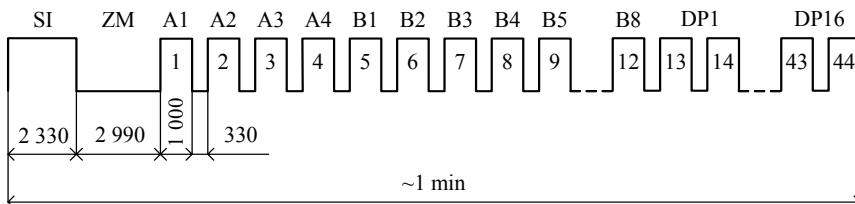
- spolehlivost řízení objektů kombinací příjmu telegramů a spínacích hodin
- spolehlivost v zabezpečení proti chybám při přenosu
- nezávislost řízení spotřeby na výpadku vysílače při servisu nebo poruchách
- možnost řízení podle požadavků spotřeby a dalších vlivů
- uvolnění časového prostoru pro řízení zátěže podle požadavků spotřeby
- pružné adresování s proměnnou délkou
- individuální adresování (např. možnost odpojení neplatičů)
- možnost paralelního užití konvenčního telegramu
- VERSACOM protokol je standardizován normou DIN 43861
=> nezávislost na výrobci

37

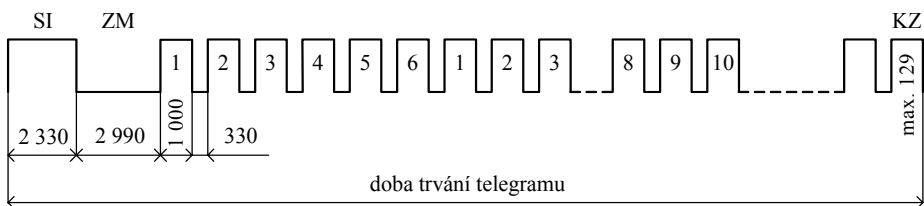
Porovnání telegramů

ZPA I – I a VERSACOM

ZPA I - I



VERSACOM



38

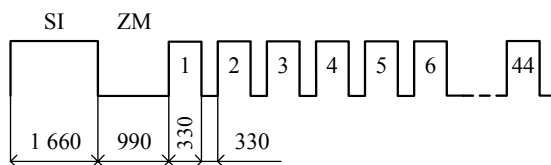
doba trvání telegramu:

- min. doba trvání ~1 min (přepínací povely, povel VYP, zablokování SP...),
- max. doba trvání ~3 min (dálkové nastavování parametrů SP, uspořádání kalendáře, ...)

Porovnání zkrácených telegramů

ZPA I – I a VERSACOM

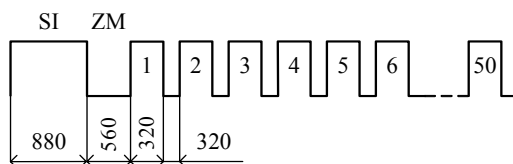
ZPA krátký



doba trvání telegramu:

- min. doba trvání ~30 s (přepínací povely, povel VYP, zablokování SP...),

Ricontic b



- max. doba trvání ~90 s (dálkové nastavování parametrů SP, uspořádání kalendáře...)

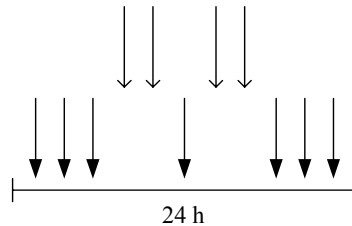
Porovnání konceptů telegramů

ZPA I – I a VERSACOM

a) přijímač s telegramem ZPA

vysílání v závislosti
na zátěži a událostech

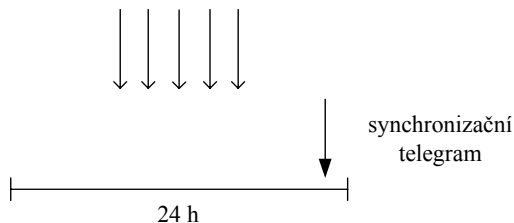
časově závislé vysílání



b) přijímač VERSACOM

vysílání v závislosti
na zátěži a událostech

časově závislé vysílání



41

Přijímače HDO

Koncepce přijímačů HDO

- v přijímači HDO je uložen časový rastr telegramu a provedeno nastavení, na které povely má přijímač reagovat
- přijímač je trvale pod napětím a je ve stavu pohotovosti
- v okamžiku příjmu startovacího impulsu (impuls o přesně stanované délce trvání) přijímač zjišťuje, zda po startovacím impulsu následuje zabezpečovací mezera před dalším impulsem

42

- pokud přijatý startovací impuls a zabezpečovací mezera svou délkou trvání odpovídají časovému rastru přijímače, vyhodnotí přijímač tuto skutečnost jako začátek telegramu a očekává, zda další průběh přijímaného telegramu obsahuje impulsy, na které je přijímač nastaven
- pokud telegram obsahuje ty správné impulsy, pak přijímač přepne výstupní relé do určené polohy, pokud bylo před vysíláním v poloze opačné
- mělo-li relé polohu shodnou s vysílaným povelom, jedná se o opakované vysílání, které polohu relé potvrzuje

43

- pokud telegram neobsahuje některou z předvoleb, přijímač dále na impulsy telegramu nereaguje
- jestliže telegram obsahuje všechny impulsy pro náš přijímač a mimo to ještě impulsy další na kterémkoliv místě rastru, přijímač vykoná určené úkony
- takový telegram znamená, že je určen i pro jiné skupiny přijímačů, jedná se o sloučení více telegramů do telegramu jednoho k dosažení zkrácení vysílací doby vysílače

44

Jak vypadá popis konkrétní sazby přijímače HDO

SAZBA D 25 -Dvoutarifová sazba s operativním řízením doby platnosti nízkého tarifu po dobu 8 hodin

1. Časové vymezení doby platnosti nízkého tarifu je prováděno dodavatelem elektřiny v celkové délce minimálně 8 hodin denně. V průběhu dne může dodavatel dobu platnosti nízkého tarifu operativně měnit.
2. Časové vymezení těchto pásem nemusí být stejné pro všechny odběratele a jednotlivé dny a ani nemusí být v souvislé délce.
3. Pokud je osmihodinové pásmo platnosti nízkého tarifu rozděleno během dne do více časových úseků (maximálně však do tří), nesmí být žádný z nich kratší než jedna hodina.
4. V odběrném místě musí být řádně instalován elektrický akumulární spotřebič.
5. Odběratel je povinen zajistit technické blokování elektrických akumulárních spotřebičů v dobách platnosti vysokého tarifu.

45



46



Výhody signálu HDO

Z hlediska výrobce elektrické energie:

- vyrovnaní denního diagramu zatížení → snížení nároků na špičkový výkon v době denních špiček a naopak zvýšení spotřeby v době, kdy je energie dostatek
- úspora investic do zdrojů špičkových výkonů a do předimenzování VVN přenosových sítí

49

Výhody signálu HDO

Z hlediska distributora elektrické energie:

- rozložení spotřeby v průběhu dne s e lepší průchodnost elektrizační soustavy a je možno uspokojit více zákazníků
- možnost nákupu energie v době, kdy je jí dostatek a je levná a snížení spotřeby v době špiček, kdy je drahá
- úspora nákladů na předimenzování sítí VN a NN distribučních transformátorů a měření

50

Výhody signálu HDO

Z hlediska spotřebitele :

- možnost získání výhodnějších podmínek při nákupu energie (výběr levnějších tarifů)

Konec prezentace.

Děkuji za pozornost.