

Nové metódy lokalizácie porúch v sieťach 22 kV (1)

Článok sa zaoberá novou koncepciou lokalizácie porúch vo vzdušných a v káblových sieťach distribučného rozvodu 22 kV prevádzkovaného spoločnosťou ZSE Distribúcia, a. s. V minulosti bolo vyhľadávanie porúch zdĺhavou a náročnou úlohou, nakoľko elektrické ochrany určili len postihnutý vývod z rozvodne 22 kV. Presnejšie určenie miesta poruchy sa následne vykonávalo manipuláciami v teréne a skúšobným zapínaním vedenia do poruchy. Súčasný rozvoj elektronických zariadení a výrazný pokles ich cien umožňuje širokoplošné nasadenie jednoduchých digitálnych meracích prístrojov vybavených funkciou elektrických ochrán. Pri dostatočnej hustote osadenia týchto prístrojov pozdĺž jednotlivých vedení v sieti možno okamžite po vzniku poruchy určiť relatívne presne miesto poruchy a v krátkom čase zabezpečiť obnovenie dodávky elektrickej energie.

Pokrok technického poznania v oblasti elektroniky a elektrotechniky všeobecne umožňuje energetickým spoločnostiam prevádzkujúcim distribučné elektrické siete využívať digitálne technológie na zvyšovanie spoľahlivosti dodávky elektrickej energie a funkčnosti systémov automatizácie a ochrany elektrických zariadení podieľajúcich sa na distribúcii elektrickej energie. V minulosti boli elektrické ochrany inštalované výlučne na rozvodni 110/23 kV. Dispečer má informáciu iba o vývode z rozvodne, na ktorom porucha vznikla. Presnejšie lokalizovanie miesta poruchy sa dosiahlo rozpínaním siete a skúšobným zapínaním do poruchy za asistencie mobilných jednotiek v teréne. Tento postup je zdĺhavý z dôvodu nutných presunov pracovníkov v teréne, čo často spôsobuje zbytočné predlžovanie času nedodávky elektrickej energie. Na zariadenia tiež nepriaznivo vplýva časté zapínanie do poruchy – namáhanie skratovými prúdmi.

Prínos v oblasti riešenia poruchových stavov predstavuje nasadenie systému diaľkovej lokalizácie porúch. Ide o zariadenia, ktoré sú vybavené meraním prúdu, prípadne napätia spolu s telemetrickou jednotkou, ktorá má implementované ochranné funkcie, a to:

Systém diaľkovej lokalizácie porúch pre káblové siete 22 kv

Systém poskytuje meranie prevádzkového prúdu a signalizáciu prechodu poruchového prúdu.

Inteligentné, diaľkovo ovládané trafostanice 22/0,42 kV

Umožňujú diaľkovo ovládať vybrané silové prvky, poskytujú informácie o stave jednotlivých technologických uzlov, merajú prevádzkový prúd vedenia a signalizujú prechod poruchového prúdu.

Inteligentný, diaľkovo ovládaný úsekový odpínač

Diaľkovo ovládaný úsekový odpínač je vybavený meraním prevádzkových elektrických veličín a funkciou elektrických ochrán na signalizáciu prechodu poruchového prúdu.

Autorecloser

Diaľkovo ovládaný vákuový vypínač vybavený meraním prevádzkových elektrických veličín a funkciou elektrických ochrán na signalizáciu prechodu poruchového prúdu. Umožňuje odpojiť len časť vedenia postihnutého poruchou a vykonať cyklus opätovného zapínania.

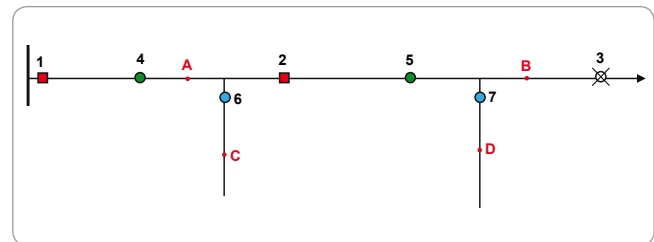
Ochrana, ktorá bola v minulosti umiestnená len na rozvodni, sa postupne „presúva“ do širokej siete. Uplatnením týchto moderných prvkov možno dosiahnuť výrazné zníženie času potrebného na lokalizovanie poruchy a tým aj času na obnovenie dodávky elektrickej energie.

Riešenie poruchových stavov – vzdušné siete

Pre vzdušné siete 22 kV sú určené dva prvky automatizácie VN sietí – autorecloser a inteligentný, diaľkovo ovládaný úsekový odpínač. Oba prvky sú založené na použití telemetrických jednotiek ELVAC RTU 7M, ktoré zabezpečujú meranie prevádzkového prúdu

a napätia a funkciu lokalizácie porúch. Autorecloser je zariadenie schopné vypínať skratové prúdy. Ochrany, ktoré sú súčasťou diaľkového ovládania reclosera pri poruchových stavoch, pôsobia na vypnutie reclosera. Inteligentný, diaľkovo ovládaný úsekový odpínač je zariadenie schopné vypínať iba menovité prúdy. Ochrany, ktoré sú súčasťou diaľkového ovládania úsečníka pri poruchových stavoch, iba signalizujú miesto poruchy.

Nová koncepcia riešenia poruchových stavov a lokalizácie porúch na vzdušných vedeniach 22 kV je vysvetlená na jednoduchej schéme (obr. 1). Zobrazený je bežný vzdušný vývod 22 kV s výkonovým vypínačom na rozvodni (1). Vývod v základnom zapojení sa končí na vypnutom diaľkovo ovládanom odpínači (3) a recloserom je rozdelený na dve časti (2). Do kmeňového vedenia sú umiestnené diaľkovo ovládané odpínače s ochrannými funkciami, ktoré len signalizujú (4 a 5). Na začiatkoch odbočiek sú umiestnené diaľkovo ovládané úsekové odpínače vybavené signalizáciou skratu a nadprúdu, ako aj funkciou vypnutia po neúspešnom OZ (6 a 7).



Obr. 1 Riešenie poruchy na vzdušnom vývode 22 kV

Riešenie poruchy – skrat na mieste B

Predpokladajme, že ochrana na vývode 22 kV (1), ako aj recloser (2) majú navolený režim OZ rýchly. V prípade vzniku poruchy na mieste B bude poruchový prúd zaznamenaný ochranou na vývode, ako aj recloserom (2). Vzhľadom na nastavenú selektivitu ochrán vývod – recloser dôjde k vypnutiu poruchy recloserom. Po vykonaní cyklu neúspešného rýchleho OZ zostane bez dodávky elektrickej energie len časť vedenia za autorecloserom. V tomto prípade je prínos novej koncepcie v obmedzení výkonu postihnutého poruchou.

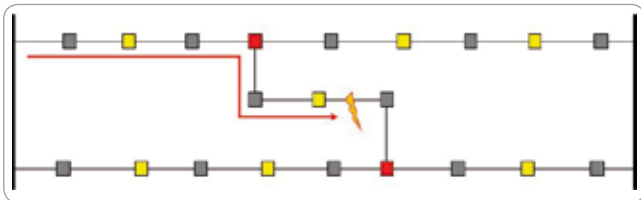
Riešenie poruchy – skrat na mieste D

Predpokladajme, že ochrana na vývode 22 kV (1), ako aj recloser (2) majú navolený režim OZ rýchly + pomalý. V prípade vzniku poruchy na mieste D bude poruchový prúd zaznamenaný ochranou na vývode, recloserom, ako aj úsekovými odpínačmi (4, 5, 7). Vzhľadom na nastavenú selektivitu ochrán vývod – recloser dôjde k vypnutiu poruchy recloserom (2). Následne prebehne neúspešný cyklus OZ, pričom prechod poruchového prúdu bude opäť zaznamenaný úsekovými odpínačmi (4, 5, 7). Nakoľko inteligentný úsekový odpínač (7) vyhodnotí, že porucha sa nachádza za miestom jeho inštalácie a nebolo ju možné vyriešiť automatikou OZ, dôjde k jeho automatickému vypnutiu počas bežnej pauzy pomalého OZ. Po uplynutí bežnej pauzy pomalého OZ autorecloser zapína pod napätie len časť vedenia nepostihnutú poruchou. V tomto prípade je prínos novej koncepcie v skutočnosti, že celé kmeňové vedenie je automaticky zapnuté a bezprúdie je eliminované len na odbočnom vedení za inteligentným úsekovým odpínačom (7).

Riešenie poruchových stavov – káblové siete

Pre káblové siete 22 kV sú určené dva prvky automatizácie VN sietí – diaľkovo ovládané transformačné stanice 22/0,42 kV a systém diaľkovej lokalizácie porúch. Oba prvky sú založené na použití telemetrických jednotiek ELVAC RTU 7.4, ktoré zabezpečujú meranie prevádzkového prúdu a lokalizáciu porúch. Diaľkovo ovládané trafostanice sú navyše vybavené jednotkou TM 1703 zabezpečujúcou ovládanie silových prvkov trafostanice a prenos dát do riadiaceho a informačného systému. Oba typy zariadení poskytujú dispečerovi v okamihu vzniku poruchy informáciu o mieste vzniku tejto poruchy, čím sa výrazne zníži čas potrebný na obnovenie dodávky elektrickej energie.

Nová koncepcia riešenia poruchových stavov a lokalizácie porúch v káblových sieťach 22 kV je vysvetlená na jednoduchšej schéme (obr. 2). Diaľkové ovládanie (vybavené funkciou lokalizácie porúch) je nasadzované do dôležitých uzlových trafostaníc (na obr. 2 červene) a systémom diaľkovej lokalizácie porúch je vybavená približne každá druhá trafostanica na jednotlivých káblových úsekoch (na obr. 2 žlté). Poruchový prúd tečúci od napájacej rozvodne po miesto poruchy je zaznamenaný jednotkami RTU7.4, dispečer diaľkovo ovládanými TS vymedzí úsek s poruchou a následne postupuje v riešení poruchy podľa informácií o prechode poruchového prúdu. Takéto usporiadanie zaručí vysokú spoľahlivosť siete a optimalizáciu investičných nákladov.



Obr. 2 Riešenie poruchy v káblvej sieti 22 kV

Inteligentný, diaľkovo ovládaný odpínač

Účel zariadenia

Inteligentný, diaľkovo ovládaný úsekový odpínač je zariadenie vybavené diaľkovým ovládaním, diaľkovou signalizáciou stavu technologických zariadení, meraním prevádzkových elektrických veličín, ako aj ochrannými funkciami. Keďže odpínač je schopný vypnúť iba menovité prúdy, ochrany, ktoré sú súčasťou diaľkového ovládania úsečníka pri poruchových stavoch iba signalizujú miesto poruchy. Výnimkou je automatika vypnutia po neúspešnom OZ, ktorá je podrobnejšie opísaná v ďalšom texte.

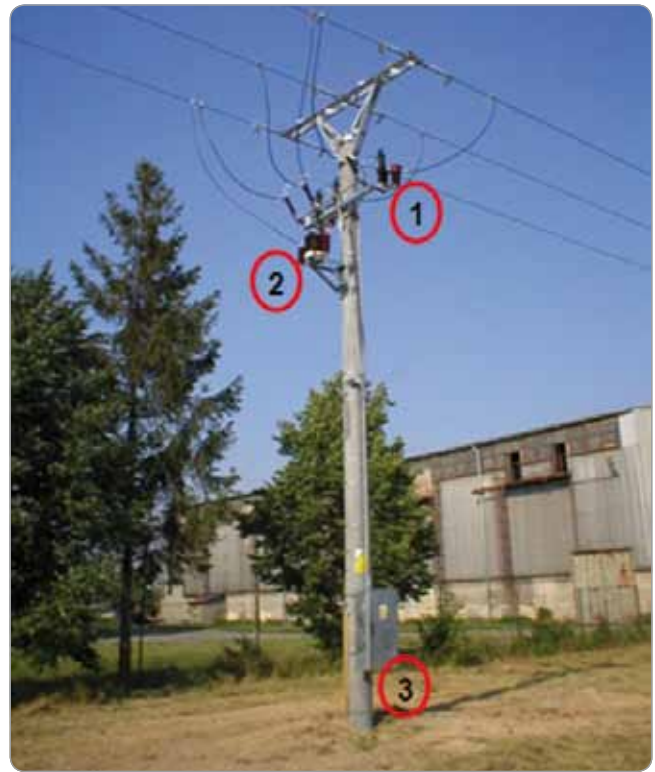
Technologické zariadenia diaľkového ovládania sú umiestnené v ocelevej skriní v dolnej časti stĺpa úsečníka. Silová časť – úsečník, meracie snímače napätia, meracie transformátory prúdu a napájací transformátor sú v hornej časti stĺpa. Prepojenie silovej časti je vykonané ťahadlom pohonu a káblovými prepojami.

Silová časť

Diaľkovo ovládaný úsekový odpínač s ochrannými funkciami je po silovej stránke takmer totožný s doteraz používanými diaľkovo ovládanými úsekovými odpínačmi typu Fla 15/60, prípadne Fla 15/60 GB. Základný rozdiel je v použití snímačov napätia a prúdu. Ich minimálne rozmery umožňujú umiestnenie prúdového aj napätového snímača do každej z troch fáz (obr. 3). Sekundárne obvody snímačov sú pripojené do skrine diaľkového ovládania – telemetrickej jednotky RTU 7M. Silová časť je prostredníctvom mechanického ťahadla prepojená so skriňou diaľkového ovládania, umiestnenou v spodnej časti podperného stĺpa vedenia. K silovej časti patrí tiež napájací transformátor 22/0,1 kV vybavený zvodíčmi prepätia, ktorý slúži ako zdroj napájania ovládacej skrine úsekového odpínača.

Vybavenie ovládacej skrine

Najdôležitejšou súčasťou ovládacej skrine je telemetrická jednotka s ochrannými funkciami RTU7M. Táto jednotka zabezpečuje



Obr. 3 Inteligentný, diaľkovo ovládaný úsekový odpínač

napájanie všetkých súčastí ovládacej skrine, meranie elektrických veličín, vykonávanie ochranných funkcií vrátane pôsobenia na silový odpínač a signalizáciu prevádzkových a poruchových stavov. Skriňa je ďalej vybavená záložným akumulátorom 2 x 12 V, modemom zabezpečujúcim komunikáciu so systémom RIS a dohľadovým PC, pohonom odpínača a ostatným príslušenstvom (svorkovnice, relé, ističe, osvetlenie, vykurovanie, ventilácia).



Obr. 4 Skriňa diaľkového ovládania – bez medzisteny a s medzistenou

Ochranné funkcie:

- skratová ochrana nezávislá časová- signalizuje – nepôsobí na odpínač
- nadprúdová ochrana nezávislá časová- signalizuje – nepôsobí na odpínač
- zemná ochrana wattmetrická- signalizuje miesto zemného spojenia
- zemná ochrana konduktančná- signalizuje miesto zemného spojenia
- zemná ochrana diferenciálna- signalizuje miesto zemného spojenia
- zemná ochrana impulzná- signalizuje miesto zemného spojenia
- automatika vypnutia po neúspešnom OZ- pôsobí na odpínač

Telemetrická jednotka RTU7M je vybavená štyrmi nezávislými zemnými ochranami, ktoré spoľahlivo signalizujú miesto zemného spojenia a automaticky prispôbujú smer pôsobenia na základe smeru toku činného výkonu. Takto je zabezpečené automatické prispôbenie charakteristiky ochrany aktuálnemu zapojeniu siete 22 kV.

Automatika vypnutia po neúspešnom OZ pracuje v nadväznosti na nadradený výkonový spínací prvok (vypínač na Rz 110/23 kV alebo recloser) vybavený automatikou OZ v režime R + P. Pokiaľ porucha trvalého charakteru vznikne za úsekovým odpínačom z pohľadu napájania, vypínač na rozvodni (prípadne recloser) vykoná cyklus neúspešného rýchleho OZ. V čase bežnapätvej pauzy pomalého OZ telemetrická jednotka vyhodnotí bežnapätový stav a vypne odpínač. Po uplynutí bežnapätvej pauzy pomalého OZ už vypínač na rozvodni (recloser) automaticky zapína len zdravú časť vedenia. Funkciu automatického vypnutia po neúspešnom OZ možno zablokovať zo systému RIS. V tomto prípade ochrana nevypína úsekový odpínač, len signalizuje. Zablokovať túto funkciu miestne nie je možné.

Diaľkový dohľad

Paralelne s komunikáciou so systémom RIS (protokolom IEC 870-5-104) beží aj komunikácia s dohľadovým PC, a to interným protokolom HioCom. Do systému RIS sa komunikujú len merania, signály a povely nutné z hľadiska dispečerského riadenia. Prostredníctvom dohľadového PC sú dostupné všetky informácie z telemetrickej jednotky RTU 7M, možno sledovať poruchy, nastavovať všetky parametre jednotky vrátane nastavenia funkcií elektrických ochrán, ako aj sťahovať poruchové záznamy. Poruchové záznamy sa v jednotke vytvárajú automaticky pri pôsobení ktorejkoľvek ochrannej funkcie. Po ich stiahnutí do dohľadového PC možno vykonať analýzu poruchy a overiť správne nastavenie a pôsobenie ochrán.

Zariadenie z hľadiska dispečerského riadenia

Inteligentný, diaľkovo ovládaný úsekový odpínač umožňuje diaľkové ovládanie silového prvku a poskytuje prehľad o stavoch systému. Z elektrických ochrán sú dostupné nasledujúce informácie:

- fázové hodnoty prúdov a napätí,
- stredná hodnota prevádzkového prúdu,
- pôsobenie skratovej ochrany,
- pôsobenie nadprúdovej ochrany,
- pôsobenie zemných ochrán,
- signalizácia vypnutia po neúspešnom cykle OZ.



Obr. 5 Inteligentný, diaľkovo ovládaný úsečník v schéme RIS

Horák Martin

ZSE Distribucia, a.s.
martin.horak@zse-distribucia.sk