

Aktívne filtre vyšších harmonických

V poslednom období narastá v energetických rozvodných sieťach, najmä v priemyselných podnikoch, podiel nelineárnych záťaží a odberov. Tieto odbery nemajú lineárnu V-A charakteristiku, to znamená, že tvar vlny odobieraného prúdu nezodpovedá tvaru sínusoidy napájacieho napätia.

Nelineárne záťaže generujú tzv. vyššie harmonické zložky. Sú to v podstate násobky základnej, t. j. fundamentálnej frekvencie 50 Hz, a sú dané rozkladom zdeformovanej – pôvodne sínusovej krivky.

Vyššie harmonické majú nesporne škodlivý vplyv na všetky elektrické zariadenia a predstavujú neustále rastúci problém pre dodávateľov aj pre odberateľov elektrickej energie.

V tejto súvislosti sa najčastejšie vyskytujú tieto problémy:

- prehrievanie vodičov, motorov a transformátorov,
- poškodenie citlivých zariadení, zlyhanie ich ochranných a riadiacich funkcií,
- vypínanie ističov, pretavenie poistiek, nesprávna funkcia ochrán,
- zvýšené namáhanie izolácie, jej degradácia a následné predčasné starnutie, skrátenie životnosti elektrických zariadení,
- preťaženie kondenzátorov a ich zlyhanie,
- veľký prúd v neutrálnom vodiči,
- vznik rezonancie v sieti.

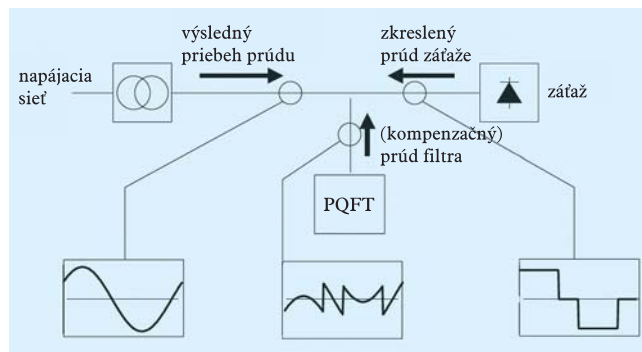
Prúdy vyšších harmonických, generované nelineárnymi záťažami, preto potrebujú byť odfiltrované.

Klasické riešenia, ako chránené kompenzačné sekcie a pasívne filtre bežne využívané na kompenzáciu reaktivity a filtrovanie vyšších harmonických, pracujú na princípe „nízkej impedancie“, pričom efektívnosť filtrácie závisí od parametrov elektrickej siete a naladenia filtra. Tieto riešenia sú vhodnejšie pre trojfázový, vyvážený a statický typ záťaže. Pasívne filtre sú väčšinou neriadené, a preto závisia od konštantných pomerov v sústave napájacia sieť – záťaž. Najčastejšie sú navrhované na filtrovanie jednej, resp. dvoch kritických harmonických frekvencií. V prípade potreby filtrácie širšieho spektra harmonických sú ich aplikácie vzhľadom na robustnosť, priestorovú náročnosť a celkové predraženie sporné.

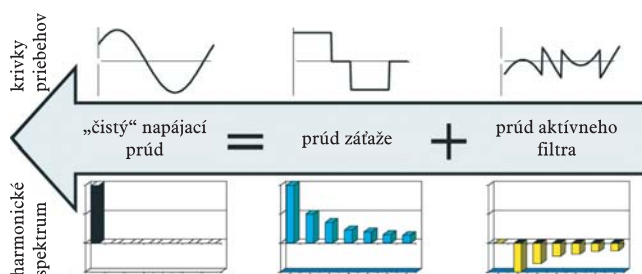
Obmedzenia a nedostatky klasických riešení sú dané práve vyšším percentuálnym podielom nelineárnych záťaží v sieti a ich dynamickým, prípadne nesymetrickým charakterom. Príkladom sú riadené pohony (frekvenčné meniče), usmerňovače, zväračky, oblúkové pece, žiarivkové a výbojové svietidlá atď. Potreba odstrániť tieto obmedzenia a nájsť technicky spoľahlivé riešenie viedla k vývoju tzv. aktívnych filtrov, ktorých vlastnosti sa veľmi približujú k modelu „ideálneho“ filtračno-kompenzačného zariadenia.

Filozofia funkčného princípu aktívnych filtrov je známa už niekoľko rokov. Napriek tomu existuje (v našich podmienkach) minimum skúseností s ich nasadzovaním a prevádzkou. Takýto stav je čiastočne preto, že realizácia kvalitného a spoľahlivého regulačného systému nebola uskutočniteľná bez rýchlych výkonových polovodičových súčiastok, ktoré sa začali používať a presadzovať iba v poslednom období. Ide predovšetkým o tranzistory na báze technológie IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Ďalším dôvodom boli pomerne vysoké obstarávacie náklady v porovnaní s klasickými spôsobmi filtrácie a v neposlednom rade aj elektroenergetická legislatíva a umelo udržiavané nízke ceny elektrickej energie.

Aktívne filtre môžeme chápať ako generátory vyšších harmonických riadené vhodným regulačným systémom – pomocou elektronických prostriedkov. Spôsobom zapojenia aktívneho filtra do siete sa dá korigovať priebeh prúdu, napätia alebo dokonca oboje naraz. Najčastejšie sa používa paralelné pripojenie. Aktívny generátor prúdu je zapojený paralelne k záťaži, pričom sa merajú hodnoty jednotlivých harmonických prúdov, generovaných záťažou a následne prostredníctvom regulátora filtra generujú tie isté harmonické s rovnakou amplitúdou, ale opačnou fázou. Sčítaním pôvodných a vygenerovaných prúdov sa účinky vyšších harmonických eliminujú.



Princíp činnosti aktívneho filtra



Princíp eliminácie vyšších harmonických

Aktívne filtre upravujú vlastnosti siete smerom od záťaže k zdroju (vyrovňávajú rušivé účinky záťaže).

Takýmto spôsobom sa v každom okamihu uskutočňuje selektívna kompenzácia okamžitého výskytu harmonických bez rizika, že nastane nežiaduca rezonancia. Aktívny filter v paralelnom zapojení nemožno preťažiť. Prúdy vyšších harmonických presahujúce kapacitu aktívneho filtra zostanú v elektrickej sieti, kým aktívny filter eliminuje všetky prúdy až do svojej výkonovej kapacity.

Generovaním jalovej zložky prvej harmonickkej prúdu možno realizovať veľmi rýchlu kompenzáciu jalového prúdu, prípadne upravovať nesymetrickú záťaž na symetrickú.

Výkon aktívneho filtra môže používateľ rozdeliť na časť, ktorá sa spotrebuje na kompenzáciu deformačného výkonu, a časť na kompenzáciu výkonu jalového. Toto rozdelenie sa dá prostredníctvom riadiaceho systému ľubovoľne nastaviť. V praxi sa však ako hlavný parameter nastavenia logicky volí deformačný výkon. Vo všeobecnosti sa koncepcia aktívnych filtrov tvorí so zameraním na ich modulárnosť a flexibilitu tak, aby bolo nastavenie filtra variabilné pre rôzne prípady a typy záťaže. Modulárnosť systému pritom



Nový rad aktívnych filtrov PQF

prístupňuje aj kombinácie rôznych algoritmov, pričom je zachovaná selektivita podľa zvolených priorit.

V súčasnosti sú možnosti využitia aktívnych filtrov v problematike vylepšenia kvality elektrickej energie mimoriadne široké. Výhodne ich možno kombinovať s už existujúcimi kompenzátormi (predpokladá sa minimálne chránená kompenzácia), a to tak, že výkon filtra sa využije prioritne na vykompenzovanie deformačného výkonu.

Vysoké požiadavky kladené na modulárnosť a flexibilitu použitia aktívnych filtrov sa výrobcovia snažia pretaviť do riešení svojich produktov s rôznou úspešnosťou. Spoločnosť ABB patrí do úzkej skupiny popredných svetových výrobcov disponujúcich vlastnou technológiou a know-how výroby aktívnych filtrov, využívajúc najnovšie poznatky a skúsenosti z danej problematiky.

Podobne, ako sme zvyknutí v iných oblastiach, aj v tejto ponúka ABB komplexné, vysokosofistikované riešenia, ktorých výsled-



Čelný panel PQF manager

PQF nízkeho napätia možno pomocou adaptérov, resp. oddeľovacieho transformátora pripojiť aj na vysoké napätie.

Široká variabilnosť každého z typových riešení je znásobená možnosťou pripojiť k jednému riadiacemu modulu (MASTER) niekoľko (podľa typu až do 8) ďalších prídavných výkonových modulov (SLAVE).

Z množstva voliteľných prídavných opcí spomeňme **PQF manager**, ktorý umožňuje nielen meranie a vyhodnocovanie relevantných veličín, ale aj programovanie parametrov priamo z predného panela skrine.

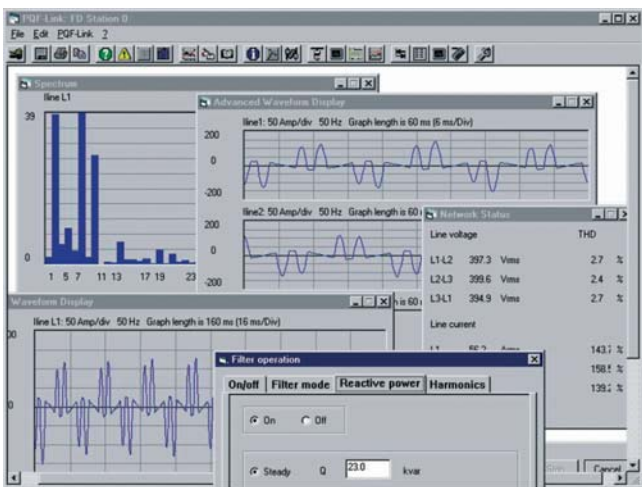
Ide o jednoduchý, ale komplexný analyzátor siete s LCD displejom, ktorý je schopný zobrazovať aj tvar sínusoidy, frekvenčné spektrá, pracovné stavy a pod.

PQF Link je kompletný balík komunikačného softvéru na ovládanie, monitoring alebo programovanie z PC, resp. možno ho implementovať do riadiaceho systému.

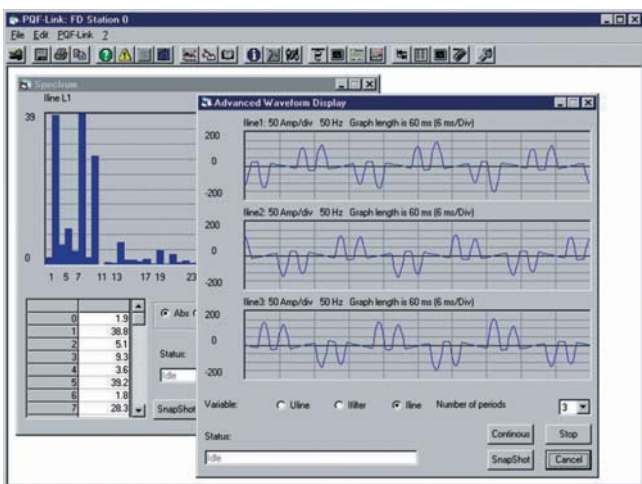
Všeobecné výhody aktívnych filtrov radu PQF:

- útlm všetkých harmonických na hodnotu nižšiu ako 3 % pôvodnej hodnoty,
- možnosť súčasnej filtrácie až 20 vybraných harmonických (!),
- možnosť filtrovania do 50. harmonickej (!),
- nedá sa preťažiť,
- voliteľné programovateľné možnosti algoritmu – kvalitatívny stupeň filtrovania a výberu harmonických (podľa reálnych parametrov siete a záťaže),
- dokáže filtrovať harmonické bez generovania jalového výkonu,
- dokáže riadiť účinník,
- programovateľné požadované priority,
- nevyžaduje špeciálne prístrojové transformátory prúdu,
- priestorovo nenáročné,
- továrensky testované.

Uvedené možnosti aktívnych filtrov od základov menia tradičné náhľady na možnosti eliminácie energetických rušení. Mimoriadne široké pole výberu poskytuje možnosť navrhnuť a ideálne nadiizenzovať filter podľa požiadaviek pre každú aplikáciu individuálne. Dôležitou vlastnosťou je, že relatívne malým výkonom aktívneho filtra sa dá výrazne eliminovať vplyv pomerne veľkej nelineárnej záťaže. Aktívne filtre sa uplatnia všade tam, kde sa vyskytujú nelineárne záťaže, napr. oblúkové zväračky alebo pece, polovodičové usmerňovače, frekvenčné meniče, stroje využívajúce magnetizačné sýtenie striedavým prúdom a pod. Ich nasadzovanie rieši technicky najzložitejšie, v praxi často „neriešiteľné“ prípady.



Zobrazenie niekoľkých okien súčasne



Súčasné zobrazovanie priebehov a ich frekvenčných spektier



ABB, s. r. o.

Ing. Martin Vrecenár
Magnezitárska 11, 043 05 Košice
Tel.: 055/728 24 28
Fax: 055/728 24 66
e-mail: martin.vrecenar@sk.abb.com

8