

PQ monitor - MEg 30.4



M
O
N
I
T
O
R
P
Q
M
O
N
I
T
O
R
P
Q
M
O
N
I
T
O
R
P
Q

Měřicí Energetické Aparáty

MEg

1. Charakteristika

PQ monitor v provedení MEg30.4 je multifunkční měřicí přístroj pro měření a dlouhodobý záznam třinácti proudů a až třinácti napětí, činných i jalových výkonů a energií v trojfázových čtyřvodičových i pětivodičových nn sítích. V souladu s normou ČSN EN 50160 a dle metod mezinárodního standardu IEC 61000-4-30 analyzuje všechny parametry kvality napětí na trojici napěťových vstupů U1, U2 a U3 a podle požadavku zákazníka i na dalších až třech trojicích napěťových vstupů U4 až U12.

Registruje události tj. poklesy, zvýšení a přerušení napětí, přičemž zaznamenává nejen normou definované charakteristiky, ale i průběhy napětí $U_{\text{rms1/2}}$ i odpovídajících proudů. U událostí delších než 0,8 s pak při efektivním využití paměťového prostoru zaznamenává detaily jejich informačně nejbojažnějších částí – počátku a konce události. Na základě změřených průběhů proudů umožňuje PQ monitor MEg 30.4 určení směru vzniku události i flikru.

Schopností měření i malých napětí na vstupu U0 je monitor MEg30.4 připraven také k monitorování napětí mezi středním vodičem a zemí. Umožňuje na svém proudovém vstupu I0/T měření a harmonickou analýzu proudu středního vodiče. Variabilně lze proudový vstup I0/T s použitím odpovídajícího senzoru použít i pro měření jiných fyzikálních veličin např. pro měření teploty.

Pro přenosný PQ monitor MEg30.4 jsou navrženy tyto snímače střídavých proudů:

- trojice ohebných proudových snímačů AMOS PQ.3 příp. jednoduchý snímač AMOS PQ.1 s přepínatelnými proudovými rozsahy 30 A, 100 A, 300 A a 2000 A/1000 A,
- trojice ohebných proudových snímačů AMOS M PQ.3 příp. jednoduchý snímač AMOS PQ.1 s jedním z rozsahů 10 A, 30 A, 100 A, 300 A nebo 1000 A
- trojice klešťových měřicích proudových transformátorů s permaloyovým jádrem MT PQ.3 příp. jednoduchý snímač MT PQ.1 s přepínatelnými rozsahy 1 A, 5 A, 30 A, 150 A.

PQ monitor MEg30.4 má trojfázové napájení ze všech měřených napětí U1 až U3, případně U4 až U12, lze jej napájet i jednofázově přes kterýkoliv napěťový vstup. V PQ monitoru MEg30.4 jsou instalovány vnitřní záložní

akumulátory, které umožní až 5 minut provozu PQ monitoru bez vnějšího napájení.

Měřicí rozsah fázových napětí monitoru MEG30.4 pro sítě nn je od 0,46 V_{ef} do 400 V_{ef}, přičemž výpočetně je možné registrovat i analyzovat také napětí sdružená.

Základem všech provedení PQ monitoru je signálový procesor s rozsáhlou nedestructivní datovou pamětí, která umožňuje dlouhodobý autonomní provoz. Podstatnou charakteristikou PQ monitoru je paralelní a kontinuální činnost všech měřicích, vizualizačních i komunikačních funkcí. Vysokou přesnost a nezávislost na provozních podmínkách zaručuje kvalitní A/D převodník s minimalizovaným rozsahem analogových obvodů a výpočetní korekci chyb celého měřicího řetězce.

Stejně jako všechny dosud vyráběné měřicí přístroje MEG umožňuje i PQ monitor MEG30.4 nejen dálkovou parametrizaci měřicích funkcí, ale i dálkové přeprogramování skladby měřicích funkcí dle potřeby uživatele příp. dálkové naprogramování nově vyvíjených funkcí.

2. Princip měření a zpracování dat, organizace datové paměti

Základem měření napětí a proudů o kmitočtu 50,00 Hz je jejich vzorkování frekvencí 5120 Hz. Kmitočet vzorkování je fázově zavěšen na kmitočet napětí U₁. V průběhu bez prodlev navazujících oken délky 200 ms se vždy navzorkuje 1024 hodnot s rozlišením 14 bitů, z nichž se po transformaci do frekvenční oblasti spočítá 512 komplexních harmonických složek s krokem 5 Hz, z hlediska násobku 50 Hz tedy 51 harmonických složek a 461 složek meziharmonických. Z důvodu potlačení složek signálu s vyšším kmitočtem je v monitoru MEG30.4 použit filtr 3. řádu typu Butterwort. Výpočet velikostí napětí a proudů se provádí z absolutních hodnot úplného spektra. Činné a jalové výkony jednotlivých složek, stejně jako nesymetrie, jsou počítány z komplexních harmonických složek, viz Příloha č. 1.

Data z trojic napěťových vstupů jsou pro vyhodnocení událostí a flikru zpracovávána v časové oblasti. Každých 10 ms se počítá kvadrát pravé efektivní hodnoty za dobu uplynulé periody tj. napětí U_{rms1/2}. Z dat kanálu U₁ se počítá frekvence.

Při výpočtech se používají korekce ss složek, korekce zesílení snímačů proudů, korekce frekvenčních charakteristik a fázových posuvů napěťových

a proudových měřicích kanálů. Tabulky kalibračních konstant jsou součástí konfigurace. V paměti firmware je podle sestavy celého měřicího řetězce (měřicí snímač + měřicí kanály) možno uchovat až 100 různých tabulek kalibračních konstant.

Nedestruktivní datová paměť typu FLASH o rozsahu 4×4 MB je rozdělena do kruhově organizovaných oblastí. První oblast je určena pro záznam časového průběhu efektivních hodnot měřených napětí, proudů a výkonů v komplexním tvaru. Do druhé oblasti se ukládají detailní data o kvalitě napětí nejméně dvou uplynulých týdnů. Třetí datová oblast obsahuje unifikovaná data s přehledem událostí dle metodiky ČSN EN 50160 a čtvrtá datová oblast obsahuje detailní záznam průběhů efektivních hodnot period měřených napětí a proudů posledních událostí. Poměry rozsahů jednotlivých oblastí datových pamětí lze navzájem dle potřeby uživatele měnit.

3. Popis měřicích a vstup/výstupních funkcí PQ monitoru

3.1 Funkce monitoru (časový záznamník typu MDS)

Ve funkci monitoru se z efektivních hodnot měřených veličin vypočtených v intervalech 0,2 s počítají průměrné efektivní hodnoty za dobu záznamu, tyto průměry se zapisují do nedestruktivní datové paměti typu Flash. Nejkratší doba záznamu je 1,0 s, nejdelší doba záznamu je 15 min. Při době záznamu 1 min je maximální doba měření a ukládání dat delší než 40 dnů. Podle zadání se zaznamenávají průměrné hodnoty standardně tři napětí, třinácti proudů a třinácti činných i jalových výkonů. Z těchto zaznamenaných dat se ve vyšším SW počítají skutečné účinníky i energie. Při instalaci vhodného senzoru lze místo proudu I0 zaznamenávat i jinou fyzikální veličinu např. teplotu.

3.2 Funkce kvality napětí (monitor typu QN)

Zde se zaznamenávají desetiminutové údaje:

- průměrná, maximální a minimální 10 s frekvence odvozená z napětí U1,

- počty překročení desetisekundových hodnot frekvence čtyř normou ČSN EN 50160 definovaných mezí,
- hodnoty nesymetrií napětí počítané ze zpětné a sousledné složky napětí případně z napětí sdružených,
- hodnoty proudových nesymetrií,
- průměrné efektivní hodnoty napětí U1 až U3, U0 i proudů I1 až I12, I0. Zaznamenávají se rovněž maximální a minimální 0,2 s hodnoty napětí U1 až U3 a maximální 0,2 s hodnoty proudů I1 až I12,
- souhrnná doba poklesů, překročení a přerušení napětí U1 až U3,
- hodnoty U_{max95} a U_{min95} napětí U1 až U3,
- průměrné hodnoty základní a 2. až 25. harmonické složky napětí U1 až U3 a vybraných pěti harmonických složek proudu I1 až I12, I0,
- velikost THD napětí U1 až U3, ve vztahu k harmonickým případně i ve vztahu ke všem meziharmonickým složkám,
- hodnoty flikru P_{st} napětí U1 až U3,
- velikosti signálů HDO na napětích U1 až U3.

Zaznamenaná data umožňují nejen podrobný přehled o parametrech kvality napětí za uplynulé dva týdny, ale i následná vyhodnocení kvality při předpokládaných změnách normovaných požadavků.

3.3 Funkce záznamu událostí (statistický voltmetr událostí)

Funkce záznamu událostí standardně operuje nad veličinami U1 až U3 a I1 až I12. Každá nová událost je zaznamenána do přehledu událostí i do detailního záznamu.

Přehled událostí obsahuje vedle normou ČSN EN 50160 unifikovaných parametrů události, tj. času vzniku a ukončení události s rozlišením na 10 ms, hodnoty maximálních odchylek napětí U1 až U3 od jmenovité hodnoty.

Detailní záznam události obsahuje průběhy efektivních hodnot počítaných vždy po 10 ms za uplynulých 20 ms pro napětí U1 až U3 a proudy I0 až I12. Celková doba záznamu počátečního detailu události je 0,6 s, z toho před vznikem události je zaznamenán interval o délce 0,2 s. Celková doba záznamu závěrečného detailu události je 0,6 s, z toho po ukončení události je zaznamenán interval o délce 0,2 s. Délku intervalů je možné programově změnit.

3.4 Funkce osciloskopického měření

Funkce osciloskopického měření slouží pro kontrolu správného zapojení soupravy PQ monitoru MEg30.4, správné volby měřicích rozsahů a kontrolu orientace snímačů proudu. Pro zobrazení průběhů napětí U1 až U3, U0 a proudů I1 až I12, I0, se používá notebook se sériovým rozhraním USB II. Záznam o délce 40 ms tj. 2 period je možno spouštět jednorázově nebo opakovaně s nejkratší dobou opakování 2 s.

3.5 Komunikační funkce

Základní komunikační rozhraní monitoru PQ je sériové rozhraní USB II s rychlostí přenosu dat 460,8 kbit/s. Je možné zvolit i jinou přenosovou rychlost (maximálně 921,6 kbit/s). Vyčtení obsahu datové paměti velikosti 16 MB trvá cca 15 minut.

3.6 Externí vstup SYN

Externí vstup SYN je dvouhodnotový a umožňuje připojení stejnosměrných i střídavých napětí v rozmezí od 0 V do 30 V. Rozhodovací úroveň je na hladině 15 V. Externí vstup může generovat událost bez zápisu detailu událostí. Podle naprogramování může být aktivní náběžná nebo sestupná hrana napětí externího vstupu

3.7 Reléový výstup RE

Reléový výstup RE tvoří prepínací kontakt polarizovaného relé, jehož stav je zachován i při výpadku napájení. Kontakt relé může být programově přiřazen jeden nebo více z těchto významů:

- napětí U1 až U3, mimo předvolené tolerance,
- frekvence mimo předvolené tolerance,
- flickr Pst vyšší než 1,0,
- zvolená harmonická složka překročila předvolenou mez,
- činitel THD překročil předvolenou mez,
- nesymetrie překročila předvolenou mez,
- průměrná efektivní hodnota proudu za 10 period překročila zvolenou mez,
- přechod na napájení z interního akumulátoru.

3.8 Signalizace LED

Indikaci stavu PQ monitoru signalizuje dioda Provoz, která při vnějším napájení z měřicích vstupů svítí trvalým svitem a při napájení z interního akumulátoru svítí přerušovaně s frekvencí 5 Hz. Svit diody Provoz může být programově přiřazen indikaci stavu reléového výstupu.

LED diody U1, U2, a U3 indikují trvalým svitem stav napětí U1, U2, U3 v přednastaveném tolerančním pásmu ($90\% U_{jm}$ až $106\% U_{jm}$) a kmitavým svitem s $f=1$ Hz signalizují, že odpovídající napětí je mimo přednastavené toleranční pásmo.

3.9 Stav nabití akumulátoru

Interní akumulátory zajišťují při referenčních podmínkách a svém plném nabití napájení PQ monitoru MEg30.4 po dobu 5 minut. Na základě doporučení IEC 61000-4-30 a v souladu s významem dat změřených v průběhu poruch v distribučních sítích se po výpadku vnějšího napájení delším než 1 minuta automaticky vypíná i napájení z interního akumulátoru. Tím se zabrání úplnému vybití energie akumulátoru při prvním výpadku vnějšího napájení delším než 5 min a přístroj je i po neúspěšném obnovení napájení s následným vypnutím schopen záznamu i tohoto dalšího přerušení.

Z důvodu úspory energie interního akumulátoru se doporučuje před každým obsluhou provedeným odpojením měřicích vodičů od napájecího napětí jednorázově potlačit, v tomto případě zbytečné, jednominutové zajištěné napájení monitoru. To se provede přes notebook se spuštěným programem PQ monitoru, kde se v menu Měřicí přístroj aktualizuje položka Uspat.

4. Technické údaje

4.1 Přesnost a měřicí rozsahy

4.1.1 Měření napětí

Standardně U1 až U3, U0. Volitelně trojice U4 až U6, U7 až U9, U11 až 12

U_{jm} fáz. napětí:	230 V
Max. dovolené fázové napětí:	400 Vef
Přesnost měření napětí:	$\pm 0,2\%$ z rozsahu při $0,8 U_{jm}$ až $1,2 U_{jm}$ $\pm 0,3\%$ z rozsahu mimo $0,8 U_{jm}$ až $1,2 U_{jm}$
Rozlišení:	$0,1\% U_{jm}$ nebo lepší
Teplotní součinitel:	lepší než $0,1\% U_{jm}/10^{\circ}\text{C}$

4.1.2 Měření proudů

Standardně I1 až I12, I0

Přesnost měření proudu:	$0,3\%$ z rozsahu $0,1 I_{jm}$ až $1,2 I_{jm}$ $0,5\%$ z rozsahu při $1,2 I_{jm}$ až $2 I_{jm}$
Rozlišení:	$0,1\% I_{jm}$ nebo lepší
Teplotní součinitel:	lepší než $0,1\% I_{jm}/10^{\circ}\text{C}$
Proudová přetížitelnost:	$5 \times I_{jm}$ po dobu 1 s

Měřicí řetězec AMOS PQ.3 – MEg 30.4

I_{jm} při činiteli tvaru $K=1,11$:	30 A, 100 A, 300 A, 2000 A/1000 A
Měřicí rozsah:	0 až $1,2 I_{jm}$
Přesnost měření proudu:	$1,0\% I_{jm}$
Linearita měření proudu:	lepší než $0,5\% I_{jm}$
Změna údaje se změnou polohy:	$1,0\% I_{jm}$

Měřicí řetězec AMOS M PQ.3 – MEg 30.4

I_{jm} při činiteli tvaru $K=1,11$:	10 A, 30 A, 100 A, 300 A, 1000 A
Měřicí rozsah:	0 až $2 I_{jm}$

Přesnost měření proudu:	2,0% I_{jm} pro rozsah 10 A a 30 A 1,0% I_{jm} pro rozsah 100 A, 300 A a 1000A
Linearita měření proudu:	lepší než 0,5% I_{jm}
Změna údaje se změnou polohy:	1,5% I_{jm} pro rozsah 10A a 30A 1,0% I_{jm} pro rozsah 100A, 300A a 1000A

Měřicí řetězec MT PQ.3 – MEG 30.4

I_{jm} při činiteli tvaru $K=1,11$:	1 A, 5 A, 30 A, 150 A
Průřez okénka:	10 mm × 20 mm
Měřicí rozsah:	0 až 1,5 I_{jm}
Přesnost měření proudu:	0,5% I_{jm} + 0,2% z údaje při $f = 50$ Hz
Frekvenční rozsah:	40 Hz až 2 kHz

4.1.3 Měření frekvence

Jmenovitá hodnota:	$f_{jm} = 50,0$ Hz
Měřicí rozsah:	45,0 Hz až 55,0 Hz
Přesnost měření frekvence:	lepší než 10 mHz
Rozlišení:	1 mHz

4.1.4 Měření účinníku

Měřicí rozsah:	0 až 1,0 ve všech čtyřech kvadrantech
Přesnost měření účinníku:	lepší než 0,5% při U_{jm} , I_{jm} a $\cos \geq 0,5$

4.1.5 Měření výkonu

Přesnost měření výkonu:	0,5% P_{jm} při $f = 50$ Hz, 0,8 U_{jm} až 1,2 U_{jm} , 0,1 I_{jm} až 1,2 I_{jm} , $\cos \geq 0,5$
-------------------------	---

4.1.6 Měření napěťové nesymetrie

Měřicí rozsah:	0 až 20%
Přesnost měření napěťové nesymetrie:	lepší než 0,2%

4.1.7 Měření Pst

Měřicí rozsah:	0 až 5
Přesnost měření Pst:	lepší než 0,1

4.1.8 Měření THD

Měřicí rozsah:	0 až 20%
Přesnost měření THD:	lepší než 0,2%

4.1.9 Měření Uharm

Měřicí rozsah:	0 až 20%
Přesnost měření Uharm:	lepší než 0,2%

4.2 Referenční podmínky prostředí

Teplota okolí:	20°C ± 2°C
Relativní vlhkost:	40% až 60%
Tlak vzduchu:	86 kPa až 105 kPa
Bez jinovatky, orosení, deště a slunečního záření	

4.3 Podmínky prostředí

Pracovní teplota:	-25°C až +55°C
Provoz:	ve vnitřních prostorách
Relativní vlhkost:	5% až 95%
Nadmořská výška:	do 2000 m
Pracovní poloha:	libovolná
Stupeň krytí:	IP41 (odolnost proti stékající vodě)
Kategorie přepětí:	III (ČSN EN 61010-1)
Stupeň znečištění:	2

Ochrana při podmínce jedné poruchy je zajištěna ochrannou impedancí s kombinací součástí

4.4 Obecné údaje

Rozlišení A/D převodu:	14 bit
Rychlost vzorkování:	5120 Hz, fázový závěs
Nedestruktivní datová paměť:	4 × 4 MB, typ Flash
Organizace datové paměti:	kruhová
Interní čas:	chyba max 2 s/24 hod
Komunikace:	USB II, 460,8 kbit/s

4.5 Napájení

Napájení z kteréhokoliv měřicího vstupu	standardně U1 až U3, volitelně U1 až U13
Rozsah napájecího napětí:	100 V _{ef} až 400 V _{ef}
Maximální příkon:	20 VA
V napěťových vstupech jsou použity pojistky MST T500 mA/250 V	
Záložní napájení:	4 × akumulátor SANYO N-50AAA L1x5 v průměru až po dobu pěti 1 min. intervalů při referenčních podmínkách prostředí
Výměnu akumulátoru provádí výrobce na základě objednávky.	
Průměrná doba mezi výměnami akumulátoru je 3 roky.	

4.6 Externí připojení SYN/RE

Svorky S1, S2 vstupního signálu SYN

U0:	0 V až 5 V ss i stř
U1:	20 V až 30 V ss i stř

Svorky jsou galvanicky odděleny optočlenem s izolační pevností 5 kV.

Svorky K1, K2, K3 přepínacího kontaktu polarizovaného relé výstupu RE

Max. ss/stř napětí:	30 V
Max. spínaný/trvalý proud:	1 A

4.7 Rozměry a hmotnost :

Délka × výška × šířka:	340 × 200 × 80 mm (včetně konektorů)
Hmotnost:	3,0 kg

4.8 Doba technické životnosti

Doba technické životnosti monitoru MEg30.4 s příslušenstvím je 10 let. V průběhu doby technické životnosti výrobce doporučuje kromě preventivních prohlídek uživatelem, ve tříletých intervalech kontrolu stavu přístroje a příslušenství.

Se změnami norem a pravidel provozování soustavy je vhodné aktualizovat SW produkty.

5. Konstrukce

Po konstrukční stránce je PQ monitor v provedení MEg30.4 určen pro měření v nn skříních a stanicích v nichž nelze vyloučit působení stékající vody, a proto jsou všechny konektory základní jednotky v šroubovacím provedení. Jednotka PQ monitoru MEg30.4 je umístěna v plastové celoizolační skříně odolné proti stékající vodě rozměrů 300×200×80mm. Na předním panelu skříně jsou umístěny čtyři barevně rozlišené proudové konektory I1 až I3 (modrý), I4 až I6 (žlutý), I7 až I9 (zelený), I10 až I12 (červený), dále je zde umístěn napěťový konektor U1 až U3 a signálový konektor se signály SYN a Re. Na předním panelu je také umístěna signalizační LED dioda PROVOZ a tři LED diody U1, U2 a U3 indikující velikost připojených měřených napětí. Přední panel obsahuje kromě názvu a typu přístroje, výrobní číslo a další technické informace.

Na zadním panelu přístroje je napěťový konektor pro U0, proudový konektor pro I0/T a komunikační konektor USB II. Volitelně zde lze umístit až další tři napěťové konektory pro napětí U4 až U6, U7 až U9 a U10 až U12.

Na proudové konektory PQ monitoru MEg30.4 lze buď přímo nebo přes měřicí proudové prodloužení délky 5 m příp. 10 m připojit trojici ohebných snímačů AMOS PQ, AMOS M PQ, MT-PQ. Na napěťové konektory jednotky MEg30.4 lze připojit i do série zapojená měřicí napěťová prodloužení délky 5 m nebo 10 m na jejichž konci se instaluje trojfázový měřicí napěťový kabel U1, U2, U3 a N nebo jednofázový U0 s barevně a popisem rozlišenými bezpečnými banánky. Na banánky se instalují v závislosti na kategorii přepětí v měřeném bodě bezpečně barevně rozlišené krokosvorky nebo gripy s integrovanou pojistkou typu 10 133 01 výrobce Legrand 1A/500V (10 × 38 mm). Pro měření napětí v jednofázových nn sítích lze použít nn

adapter, který se zasune do síťové nn zásuvky a do jehož bezpečných zdířek se zapojí bezpečné banánky U1 a N trojfázového napětového zakončení. Od napětí U1 je odvozeno měření frekvence a fázový závěs.

K měření střídavých proudů u provedení MEG30.4 jsou určeny čtyři trojice aktivních měřicích ohebných snímačů AMOS PQ.3 příp. AMOS M PQ.3.

Snímače AMOS PQ mají smyčku dlouhou 40 cm o průměru 16 mm na povrchu se dvěma barevně odlišnými izolačními vrstvami celkové tloušťky 2 mm. Minimální dovolený poloměr ohybu smyčky je 30 mm. Smyčka snímače AMOS PQ je opatřena plastovým uzávěrem. Přívodní kabel mezi smyčkou a jednotkou převodníku je dlouhý 150 cm. Jednotka převodníku snímače AMOS PQ.3 obsahuje čtyřpolohový přepínač jmenovitého proudu (30 A, 100 A, 300 A, 2000 A nebo 1000 A) a signalizační diodu RUN, která kmitavým svitem signalizuje napájení z PQ monitoru. Pro měření proudu I0 se použije samostatný ohebný snímač AMOS PQ.1.

Jednorozsahové vodotěsné ohebné snímače proudu AMOS M PQ mají smyčku délky 30 cm o průměru 8 mm. Rovněž v tomto provedení je na povrchu smyčky dvojitá, barevně odlišná izolační vrstva. Přívodní kabel smyčky AMOS M je dlouhý 150 cm a na jeho konci je umístěn převodník s vyznačenou hodnotou jmenovitého proudu. V provedení AMOS M PQ.3 jsou tři snímače zakončeny společným, kulatým, šroubovacím konektorem. Také snímač AMOS M PQ.1 je zakončen kulatým šroubovacím konektorem pro instalaci na konektor I0/T monitoru MEG30.4.

K přesnému měření malých proudů a měření v sekundárních obvodech proudových transformátorů jsou určeny přesné, permaloyové kleškové měřicí transformátory MT PQ, jejichž okénko má velikost 10 × 20 mm. Transformátory MT PQ mají čtyřpolohovým posuvným přepínačem nastavitelný jmenovitý proud (1 A, 5 A, 30 A, 150 A). Délka přívodních kabelů MT PQ je 150 cm. Trojice kleškových transformátorů MT PQ.3 je ukončena kulatým proudovým konektorem. Lze objednat i jednoduchý kleškový měřicí transformátor MT PQ.1 s kulatým konektorem pro MEG30.4.

Proudové snímače AMOS PQ nebo MT PQ se k monitoru MEG30.4 připojují buď přímo zapojením do proudových konektorů nebo přes měřicí proudová prodloužení délky 5 m nebo 10 m. Směr toku proudu snímači AMOS PQ, AMOS M PQ i MT PQ ukazuje šipka s integrovaným označením měřeného proudu I1, I2, I3 až I12, I0. Výrobní čísla snímačů AMOS PQ.3, AMOS M PQ.3 i MT PQ.3 korespondují s výrobním číslem jednotky MEG30.4 s níž vytvářejí měřicí soupravu se zaručovanou přesností měření.

Pro měření teploty se u MEg30.4 použije kontaktní teploměr T-PQ.1 s výkyvně uloženým elektricky izolovaným snímačem teploty. Tento teploměr se zapojuje do konektoru proudu I0/T. Při měření teploty není ve standardním provedení možné současně měřit proud I0 a teplotu. Na zvláštní objednávku lze dodat sestavu snímačů proudu I0 a teploty zakončenou společným kulatým konektorem.

Skříň PQ monitoru MEg30.4 je opatřena pryžovým návlekem, který vedle tlumení mechanických nárazů vytváří úchyt a nožičky. Souprava PQ monitoru MEg30.4 je dodávána v koženkové brašně rozměrů 49×33×17 cm.

6. Instalace

Nejprve se zvolí vhodný typ snímačů proudu AMOS PQ, AMOS M PQ nebo MT-PQ. Při trvalé instalaci měřicích proudových transformátorů na nn vývodech transformátoru vn/nn se měří jeho sekundární proudy ($I_{jm} = 1$ A nebo $I_{jm} = 5$ A) klešťovými transformátory MT-PQ. Pokud zde nejsou k dispozici trvale instalované měřicí transformátory použije se k měření proudů trojice snímačů AMOS PQ.3. Také k měření proudů jednotlivých vývodů lze použít ohebné snímače AMOS PQ.3 nebo jednorozsahové ohebné snímače AMOS M PQ.

Při instalaci proudových snímačů se kontroluje shoda výrobních čísel snímačů s výrobním číslem jednotky MEg30.4. Snímače proudu se zapojí do shodnou barvou označeného proudového konektoru monitoru MEg30.4 buď přímo nebo přes měřicí proudové prodloužení odpovídající délky. Doporučuje se i zde respektovat barevné značení. Při instalaci snímačů proudů na vodiče s měřeným proudem se dbá na kladný směr proudu, který je ve směru šipek na snímačích. Podle očekávané velikosti proudů se na snímačích předvolí vhodná hodnota I_{jm} .

Na bezpečné banánky trojfázového a případně i jednofázového měřicího napětového zakončení se podle měřicího místa nasunou buď bezpečné krokosvorky nebo gripy s integrovanou pojistkou. Gripy s integrovanou pojistkou jsou určeny pro měření v nejištěných obvodech. Na červené banánky U1 až U3 se nasunou červené krokosvorky, na černý vodič N se nasune krokosvorka černá a na červený vodič U0 krokosvorka modrá. Podle vzdálenosti měřicích míst lze k měřicím zakončením připojit měřicí napětová prodloužení potřebné délky, která se připojí k odpovídajícímu napětovému

konektoru MEg30.4. Nakonec se nejprve připojí měřicí vodič N na střední vodič měřeného místa a až poté se připojují měřicí vodiče U1, U2, U3 příp. U0. Při jednofázovém nebo dvojfázovém měření se nepoužité měřicí vodiče připojují k vodiči N.

Připojením prvního z měřicích vodičů U1, U2, U3 na fázové napětí vyšší než 100 V_{ef} je PQ monitor MEg30.4 napájen. Po připojení napájení se nejprve kontroluje správná funkce všech obvodů a po jejím úspěšném ukončení se trvalým svitem rozsvítí LED dioda PROVOZ. Zhasnutí trvalého svitu LED diody PROVOZ signalizuje ztrátu funkce monitoru MEg30.4. Při případném přerušení napájecího napětí monitor MEg30.4 pokračuje následující minutu v měření, přičemž energii odebírá z vestavěných akumulátorů. Po tuto dobu LED dioda PROVOZ svítí přerušovaně s frekvencí 5 Hz. Nedojde-li v průběhu 1 minuty k obnovení napájení PQ monitoru MEg30.4 přestává monitor měřit a i LED dioda PROVOZ nesvítí.

K napájenému monitoru MEg30.4 se na místě měření přes kabel sériového komunikačního rozhraní USB II připojí zapnutý notebook s nastartovaným programem PQ-monitor. Zvolí se položka Nastavení měření a zkontroluje se správná volba jmenovité hodnoty proudu na snímačích proudů, správné pořadí připojených napětí a správná orientace snímačů proudů. Poté se postupem popsaným v uživatelském manuálu programu PQ-monitor specifikuje měřicí protokol, podle něhož bude PQ monitor MEg30.4 měřit.

PQ monitor MEg30.4 lze naprogramovat i dopředu v laboratoři a na místě měření monitor pouze zapojit do měřicích a napájecích obvodů. V tomto případě však není možná kontrola správného zapojení a vhodné volby rozsahu měřených proudů.

Při odpojování monitoru MEg30.4 od napájení se z důvodu úspory energie interního akumulátoru doporučuje potlačit, v tomto případě zbytečné, jednominutové zajištěné napájení monitoru. To se provede přes notebook se spuštěným programem PQ monitoru, kde se v menu Měřicí přístroj aktualizuje položka „Uspat“.

6.1 Základní body při instalaci

- volba typu snímačů proudu,
- kontrola shody výrobních čísel MEg30.4 a proudových snímačů,
- volba měřicího rozsahu proudu,
- instalace napěťových a proudových prodloužení,

- instalace snímačů proudu ve správném směru,
- osazení kontaktních prvků na banánky měřicích napěťových kabelů,
- připojení společného a poté měřicích vodičů na měřené body,
- kontrola svitu LED diody PROVOZ a LED diod U1, U2 a U3,
- komunikační spojení MEg30.4 s PC (program Ovládání PQ monitoru),
- kontrola správné instalace snímačů proudů a rozsahů měřeného proudu programem.

Použití PQ monitoru v provedení MEg30.4 způsobem jiným, než pro něj je určeno, může být ochrana poskytovaná zařízením narušena.

7. Požadavky na údržbu.

Monitor MEg30.4 nemá požadavky na nucené větrání, neobsahuje pohyblivé ovládací prvky a kromě běžného čištění povrchu nemá zvláštní požadavky na údržbu. Pro čištění povrchu se použijí měkké materiály a neagresivní roztoky, nejlépe voda se saponátem.

Preventivní prohlídka přenosného PQ monitoru v provedení MEg 30.4 zahrnuje:

- kontrolu neporušenosti izolace měřicích vodičů, krokosvorek, proudových snímačů a snímačů teploty,
- kontrolu čitelnosti označení měřicích prvků,
- kontrolu mechanické neporušenosti jednotky monitoru a kompletního měřicího příslušenství,
- kontrolu, zda do monitoru nebo jeho příslušenství nezatekla voda.

Preventivní prohlídky se doporučuje provádět před každou instalací nejdéle každé tři měsíce.

Periodu kontroly přesnosti měření stanoví provozovatel PQ monitoru MEg30.4 podle významu měření pro která je monitor určen. U přenosného provedení PQ monitoru MEg30.4 se doporučuje kontrola přesnosti měření v průměru každé 3 roky. Při kontrole přesnosti měření se vždy vymění akumulátorová baterie interního zdroje záložního napájení typu SANYO N-50AAAL1x5.

U instalovaných nebo připojených monitorů a jejich příslušenství není dovoleno demontovat mechanické díly, snímat víko apod. **Sejmutí víka instalovaného monitoru MEg30.4 je životu nebezpečné.**

8. Obsah sestavy monitoru MEG30.4

Základní sestava

- 1 × PQ monitor MEG30.4 včetně SW dle ČSN EN 50160 s výstupy formátu XLS
- 1 × Komunikační kabel PQ (USBII/2 m/EMC)
- 4 × Trojice ohebných snímačů AMOS PQ.3 (30 A, 100 A, 300 A, 2000 A)¹⁾
- 1 × Ohebný snímač AMOS PQ.1 (30 A, 100 A, 300 A, 2000 A)¹⁾
- 1 × Trojfázové měřicí napětové zakončení (U1, U2, U3)/2 m
- 1 × Jednofázové měřicí napětové zakončení (U0)/2 m
- 1 × Sada krokosvorek nn/III (3 ks červené, 1 ks černá, 1 ks modrá)
- 1 × Uživatelská příručka PQ monitoru
- 1 × Program na CD
- 1 × Koženkový kufřík, rozměry 49 × 33 × 17 cm

Volitelně

- Komunikační kabel PQ (USB/5 m/EMC)
- Měřicí proudové prodloužení /5 m
- Měřicí proudové prodloužení /10 m
- Měřicí napětové prodloužení /5 m^{2) 3)}
- Měřicí napětové prodloužení /10 m^{2) 3)}
- Trojice jednorozsahových ohebných snímačů AMOS M PQ.3
- $I_{jm} = 10 \text{ A}, 30 \text{ A}, 100 \text{ A}, 300 \text{ A}, 1000 \text{ A}$ ¹⁾
- Jednorozsahový ohebný snímač AMOS M PQ.1
- $I_{jm} = 10 \text{ A}, 30 \text{ A}, 100 \text{ A}, 300 \text{ A}, 1000 \text{ A}$ ¹⁾
- Trojice kleškových transformátorů MT PQ.3 (1 A, 5 A, 30 A, 150 A)⁴⁾
- Kleškový transformátor MT PQ.1 (1 A, 5 A, 30 A, 150 A)⁴⁾
- Grip s integrovanou pojistkou 1 A/500 V - 10 × 38 mm, (červený/černý/modrý)
- Adaptér pro měření v jednofázové zásuvce
- Teplotní sonda T-PQ.1
- Problémově orientovaný SW (soubor všech 4 typů analýz)
- Analýza časových záznamů
- Analýza událostí na napětí
- Analýza kvality napětí (ČSN EN 50160)
- Analýza proudových rázů a energií

Koženkový kufřík, rozměry 49 × 33 × 17 cm

- ¹⁾ Dle požadavků objednatele lze dodat i jiný měřicí rozsah
- ²⁾ Lze řadit do série
- ³⁾ Lze použít pro trojfázové i jednofázové napětové zakončení
- ⁴⁾ Velikost okénka 10 × 20 mm

9. Dodávání

Místem předání, pokud není určeno jinak, je místo sídla výrobce. Přenosná souprava PQ monitoru v provedení MEg30.4 se obvykle dodává v koženkovém kufříku s uzamykatelnými uzávěry. Součástí dodávky je předávací protokol a záruční list s vyznačeným dnem prodeje.

10. Záruka

V záruční době není dovoleno otevírat jednotku PQ monitoru ani jeho příslušenství.

Na PQ monitor v provedení MEg 30.4 a jeho příslušenství je poskytována záruka po dobu 2 let od data prodeje. Vady vzniklé v této lhůtě prokazatelně vadnou konstrukcí, vadným provedením nebo nevhodným materiálem budou bezplatně opraveny výrobcem, přičemž místo plnění je sídlo výrobce.

Záruka zaniká, poruší-li uživatel plomby nebo provede na monitoru MEg30.4 příp. jeho příslušenství nedovolené úpravy nebo změny, zapojí-li přístroj nesprávně nebo byl-li PQ monitor nebo jeho příslušenství provozován v rozporu s technickými podmínkami.

Závady na monitoru MEg30.4 a jeho příslušenství vzniklé během záruční lhůty reklamuje uživatel u výrobce PQ monitoru. Reklamace bez přiloženého záručního listu nebude uznána.

Výrobce nenesе v žádném případě odpovědnost za následné škody způsobené užíváním monitoru MEg30.4 a jeho příslušenství. Z této záruky neplyne v žádném případě odpovědnost výrobce, která by přesáhla cenu PQ monitoru MEg30.4.

11. Výrobce

MEgA – Měřicí Energetické Aparáty, s.r.o.
Letovická 1412/4
621 00 Brno
tel./fax: 541 225 015
mail: mega@e-mega.cz
web: www.e-mega.cz

Příloha č.1

Měření a vyhodnocování dat změřených monitorem PQ

Měření a vyhodnocování bylo koncipováno s přihlédnutím k příslušným normám.

Síťový kmitočet se zjišťuje v prvním napěťovém kanálu po průchodu dolní propustí s mezním kmitočtem 60 Hz. Napětí musí mít velikost alespoň 20% jmenovité hodnoty. Měří se průměrná hodnota kmitočtu v časových intervalech 10 s, rozlišení je 1 mHz.

Číslicové měření okamžitých hodnot napětí a proudů v jednotlivých kanálech je východiskem vyhodnocování. Při síťovém kmitočtu 50 Hz probíhá se vzorkovacím kmitočtem 5120 Hz, takže kmitočtový rozsah sahá do 2555 Hz. Z nepřetržitého sledu dat reprezentujících v každém kanálu naměřené okamžité hodnoty se uvažují skupiny spadající do stanovených časových intervalů, ve kterých se vyhodnocují efektivní hodnoty, popř. spektra.

Velikosti napětí a proudů jsou udávány efektivními hodnotami (RMS) v intervalech po 10 síťových periodách, tedy pro skupiny po 1024 datech. Tak v případě napětí se z posloupnosti dat $u(l)$, kde $l = 0, 1, 2, \dots, 1023$ je pořadí představující relativní čas výskytu okamžitých hodnot, vypočítá efektivní hodnota napětí

$$U_{ef} = \sqrt{\frac{1}{1024} \sum_{l=0}^{1023} u^2(l)}$$

Stejným způsobem se určí efektivní hodnota proudu.

Zjišťování událostí a flikru se obdobně zakládá na vyhodnocování efektivních hodnot napětí v intervalech jedné síťové periody.

Za účelem posuzování kmitočtových vlastností napětí a proudů se realizuje jejich spektrální analýza. K tomu se používá FFT, která se aplikuje vždy na posloupnost 1024 dat reprezentujících okamžité hodnoty spadající do časového intervalu 10 síťových period. Výsledkem je komplexní spektrum příslušné veličiny, kmitočtová rozlišovací schopnost je desetina síťového kmitočtu. V případě napětí se získá posloupnost reálných částí $U_{re}(k)$ a posloupnost imaginárních částí $U_{im}(k)$, kde $k = 0, 1, 2, \dots, 511$ je pořadí spektrálních složek představující jejich relativní kmitočet. V tomto spektru základní harmonická složka o síťovém kmitočtu má pořadí 10. Vztaženo k této složce sahá spektrum až do 51. harmonické. Obdobně se z časové posloupnosti okamžitých hodnot proudu $i(l)$ získá jeho spektrum $I_{re}(k)$ a $I_{im}(k)$. Zjištěná spektra umožňují další vyhodnocování. Z komplexních spekter se dají vypočítat efektivní hodnoty. Tak efektivní hodnota základní harmonické složky napětí o síťovém kmitočtu je

$$U_{efz} = \sqrt{2 \left[U_{re}^2(10) + U_{im}^2(10) \right]}$$

Efektivní hodnota všech harmonických je

$$U_{efh} = \sqrt{2 \sum_{m=1}^{51} \left[U_{re}^2(10m) + U_{im}^2(10m) \right]}$$

Efektivní hodnota všech složek ve spektru, tj. všech harmonických a meziharmonických dohromady, je pro $k > 0$

$$U_{efc} = \sqrt{2 \sum_{k=1}^{511} \left[U_{re}^2(k) + U_{im}^2(k) \right]}$$

Stejně je tomu s efektivními hodnotami proudů I_{efz} , I_{efh} a I_{efc} .

Z uvedených efektivních hodnot se snadno vyhodnotí zkreslení napětí a proudů. Ideálním průběhem napětí je harmonický průběh. Proto se jeho případné zkreslení vztahuje k jeho základní harmonické složce a vyhodnocuje se činitel celkového harmonického zkreslení (THD)

$$d_h = \sqrt{\frac{U_{efh}^2 - U_{efz}^2}{U_{efz}^2}}$$

Někdy se vyhodnocuje činitel zkreslení ze všech složek ve spektru

$$d = \sqrt{\frac{U_{efc}^2 - U_{efz}^2}{U_{efz}^2}}$$

U proudů se může zkreslení vyhodnocovat stejným způsobem. Protože však zkreslení proudů může být značné, může se hodnotit ve vztahu k celkové efektivní hodnotě místo k efektivní hodnotě základní harmonické. V tomto případě činitel celkového harmonického zkreslení je

$$d_{hc} = \sqrt{\frac{I_{efh}^2 - I_{efz}^2}{I_{efh}^2}}$$

popř.

$$d_c = \sqrt{\frac{I_{efc}^2 - I_{efz}^2}{I_{efc}^2}}$$

Velikost signálu HDO, jehož kmitočet by byl totožný s kmitočtem některé meziharmonické, by byla dána efektivní hodnotou této meziharmonické. Není-li tomu tak, vyhodnocuje se velikost signálu HDO známého kmitočtu f_{HDO} jako efektivní hodnota čtyř meziharmonických, jejichž kmitočty jsou kmitočtu signálu nejbližší. Z této čtveřice nejnižší kmitočet má meziharmonická s pořadovým číslem $\nu = C - 1$, kde C je celá část hodnoty $f_{HDO}/5$. Za velikost signálu HDO se pokládá

$$U_{HDO} = \sqrt{2 \sum_{k=\nu}^{\nu+3} [U_{re}^2(k) + U_{im}^2(k)]}$$

Trojfázovým ukazatelem kvality je činitel nesymetrie. Zjišťuje se ze základních harmonických složek všech tří napětí v trojfázové soustavě. Je definován jako poměr

$$n = \frac{U_{zp}}{U_{so}}$$

kde U_{zp} je velikost zpětné složky a U_{so} je velikost sousledné složky. V případě znalosti komplexních základních harmonických složek fázových napětí U_1, U_2, U_3 plynou velikosti zpětné a sousledné složky ze vztahu

$$U_{zp} = |U_1 + a^2 U_2 + a U_3| / 3, \quad U_{so} = |U_1 + a U_2 + a^2 U_3| / 3$$

kde $a = \exp(j2\pi/3)$. Místo fázových napětí lze použít napětí sdružená. V takovém případě je však jednodušší použít vzorec

$$n = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\beta}}{1 + \sqrt{3 - 6\beta}}}; \quad \beta = \frac{U_{12}^4 + U_{23}^4 + U_{31}^4}{(U_{12}^2 + U_{23}^2 + U_{31}^2)^2}$$

Z komplexních spekter fázových napětí a proudů se dají vyhodnotit výkony v jednotlivých fázích. Tak v dané fázi na relativním kmitočtu k je

$$\text{činný výkon } P(k) = 2[U_{re}(k)I_{re}(k) + U_{im}(k)I_{im}(k)]$$

$$\text{jalový výkon } Q(k) = 2[U_{im}(k)I_{re}(k) - U_{re}(k)I_{im}(k)]$$

Z těchto dílčích výkonů na jednotlivých kmitočtech se dají v uvažované fázi stanovit celkové výkony. Příslušnými součty se zjistí celkové výkony všech harmonických a/nebo meziharmonických. Sečtením výkonů v jednotlivých fázích se zjistí celkové výkony v soustavě.

Poznámky o prohlídkách a opravách monitoru MEg30.4 v.č.:				
Datum předání	Prohlídka/Závada	Popis opravy	Opravu provedl	Datum vrácení

