

Měření, monitoring a analýza energie v elektrorozvodných sítích

Martin Blížkovský

KMB
SYSTEMS

Vybavení pro měření a monitoring elektrické energie je potřebné v širokém spektru aplikací. Jejich nasazení je vhodné, nebo nutné, téměř ve všech bodech přenosové řetězce – od zdroje (elektrárna) až po samotné spotřebiče.

V následujícím článku bychom Vám rádi představili zařízení pro monitoring, měření a analýzu elektrické energie z dílny společnosti KMB systems, s.r.o., vhodné pro nasazení v různých částech tohoto řetězce – od domovních rozvaděčů, přes rozvodny až po distribuční trafostanice.

Multimetry a elektroměry

Panelový indikátor, multimetr, senzor a podružný elektroměr **SML 133**. Jedná se o základní přístroj pro měření elektrických parametrů v 3fázových sítích. Měří napětí proudu, výkony, frekvenci, účinník. I přes to, že se jedná o základní přístroj, měří také THD a harmonické do 50. řádu a také 4kvadrantní energii ve třídě 0.5S. Všechny měřené parametry zobrazuje na kontrastním, podsvětleném LCD displeji. Volitelné komunikační rozhraní v podobě RS-485, Ethernetu či M-Bus umožňuje jeho integraci do téměř jakéhokoliv nadřazeného systému. K dálkovému dohledu napomáhá také podpora protokolu Modbus a integrovaný Web-server.

Podružný elektroměr a analyzátor na DIN lištu **PA 144**. „Černá skříňka“ bez obvyklých uživatelských rozhraní, jakým je displej nebo tlačítka. Přístroj je navržen jako komponenta/senzor do monitorovacího či řídicího systému a veškerá interakce s ním probíhá přes některé z široké řady komunikačních rozhraní. V základu je přístroj vybaven RS-485, volitelně je pak možné dovybavit ho Ethernetem, USB, M-Bus, Wifi či Zigbee. Vzhledem ke 4 napětovým a proudovým vstupům je možné přístroj použít buď jako jeden 3 fázový elektroměr/analyzátor nebo jako 4 jednofázové elektroměry. Samozřejmostí je měření U, I, P, Q, S, účinníku, f, THD, har-



Multimetry SML 133 a PA 144



Analyzátor SMY 133 a ARTIQ 144

monických do 50. řádu, 4 kvadranty jalové energie a 4 kvadranty činné energie ve třídě 1. Podskupinou přístroje **PA 144** je konstrukčně obdobný přístroj **PA 118**, který je vhodným doplněním systému monitorujícího energie pro měření několika jednofázových vývodů. Měří 1 napětí a až 8 proudů.

Analýzátory a data loggery

Pokročilejší kategorií přístrojů jsou analyzátoři vybavené vnitřním úložištěm pro záznam měřených hodnot – tzv. data loggery. Takové přístroje jsou schopny ve své paměti uchovat až několik měsíců měřených hodnot/odečtů včetně časové značky. Interval ukládání je samozřejmě nastavitelný a každý si tak může zvolit podrobnost záznamu. Vždy jsou ukládány průměrné hodnoty a volitelně je možné ukládat také minima a maxima.

Prvním představitelem této kategorie je 3 fázový panelový analyzátor **SMY 133** jehož dominantou je velký barevný grafický displej. Přístroj měří veškeré důležité parametry sítě jako U, I, P, Q, S, f, účinník, THD, harmonické do 50 řádu a dále je vybaven čtyř-kvadrantním činným a čtyř-kvadrantním jalovým elektroměrem. Pro záznam měření je přístroj vybaven 512 MB vnitřní paměti postačující až na 1 rok záznamu v 1 minutových odečtech. V základu disponuje rozhraním USB pro konfiguraci a vycitání uložených hodnot, volitelně je pak možné doplnit RS-485 nebo Ethernet pro dálkový dohled. Samozřejmostí je opět podpora Modbus a v případě provedení s Ethernetem také webserver. Aktivace volitelného firmwarového modulu PQ S z přístroje udělá analyzátor kvality třídy S s vyhodnocením dle EN50160 a záznamem napětových událostí.

Další zástupce panelových analyzátorů, tentokrát v rozměru 144x144 je **SMZ 133**. Vyjma 3 napětových a proudových vstupů je **SMZ 133** vybaveno 4 reléovými výstupy, 4 pulsními výstupy, 4 digitálními vstupy a volitelně navíc 2 analogovými vstupy a výstupy 4÷20mA a vstupem pro teplotní senzor Pt100. Kromě měření tak může plnit i základní řídicí funkce a záznam dat z různých převodníků jako je snímání rychlosti a směru větru, intenzity osvětlení a další.

Do „rodiny“ lištových analyzátorů, určených zejména pro energy management, se vedle již zmíněných **PA 144** a **PA 118** řadí **SMC 144** a **SMC 118**. Oproti řadě přístrojů **PA** je **SMC** navíc vybaveno 512MB vnitřní paměti pro záznam měřených hodnot. Opět měří U, I, P, Q, S, účinník, f, THD, harmonické do 50. řádu, 4kvadranty jalové energie a 4kvadranty činné energie ve třídě 1. I spektrum komunikačních rozhraní je stejně široké. Analyzátor třídy S ze přístroje opět možné udělat aktivací firmwarového modulu PQ S. Z přístroje se také může stát koncentrátor dat pro podružné měřicí přístroje připojené na stejné lince RS-485 a převodník z Ethernet na RS-485. To vše při použití fw modulu Modbus Master (MM).

Analýzátory kvality pro Smart Grid

Nejvyšší kategorií přístrojů pro pevnou instalaci jsou analyzátoři kvality elektrické energie se zvýšenou odolností. Vyznačují se vyšší kategorií přepětí než běžné multimetry a to 300V CATIII nebo CATIV a uplat-



Analýzátory SMZ 133 a SMC 133

ní se nejčastěji při měření v distribučních trafostanicích (DTS). Mezi ně patří lištový analyzátor **SMC 133**, další z kategorie „černých skříňek“ se 3 napětovými a proudovými vstupy. Obdobně jako předchozí přístroje měří veškeré důležité parametry sítě. Základní komunikační rozhraní v podobě RS-485 lze doplnit o Ethernet. Díky integrovanému zálohovacímu akumulátoru zůstane přístroj v chodu i při krátko-

dobých (několik minut) výpadcích napájecího napětí. I tento přístroj podporuje firmwarové moduly PQ S pro vyhodnocení kvality napětí a Modbus Master.

Dalším zástupcem je vysoce přesný analyzátor **ARTIQ 144**. Disponuje 4 napětovými a proudovými vstupy umožňujícími měření proudu i v nulovém vodiči. Třída přesnosti měření činné energie je 0.2S

Přehledová tabulka měřicích přístrojů

Typ přístroje	Měření	Proudové vstupy	Paměť	TP činné energie	Komunikační rozhraní		FW moduly	Montáž
					Základní	Volitelné		
SML 133	3U, 3I	X/5A, X/100mA, X/333mV	-	0.5S	-	Ethernet, RS-485, M-Bus	-	panel 96x96
SMY 133	3U, 3I	X/5A, X/100mA, X/333mV	512MB	0.5S	USB	Eth, RS-485	PQ S, GO	panel 96x96
SMZ 133	3U, 3I	X/5A, X/100mA	512MB	0.5S	USB	Ethernet, RS-485	PQ S, GO, MM	panel 144x144
PA 144	4U, 4I	Sxxx, Pxxx, X/100mA	-	1	RS-485	Ethernet, USB, M-Bus, WiFi, Zigbee	-	DIN35
PA 118	1U, 8I	Sxxx, Pxxx, X/100mA, X/4V	-	1	RS-485	Ethernet, USB, M-Bus, WiFi, Zigbee	-	DIN35
SMC 144	4U, 4I	Sxxx, Pxxx, X/100mA	512MB	1	RS-485	Ethernet, USB, M-Bus, WiFi, Zigbee	PQ S, GO, MM	DIN35
SMC 118	1U, 8I	Sxxx, Pxxx, X/100mA, X/4V	512MB	1	RS-485	Ethernet, USB, M-Bus, WiFi, Zigbee	PQ S, GO, MM	DIN35
SMC 133	3U, 3I	X/100mA, X/5A	512MB	1	RS-485	Ethernet	PQ S, GO, MM	DIN35
ARTIQ 144	4U, 4I	Sxxx, Pxxx, X/100mA	512MB	0.2S	RS-485	Eth, USB, M-Bus, WiFi, Zigbee	PQ A, GO, MM	DIN35

a harmonické měří až do 128. I tento přístroj je vybaven interním akumulátorem pro nepřerušovaný chod v případě výpadku napájecího napětí. Aktivací modulu PQ A se z **ARTIQ 144** stane analyzátor třídy A.

Přenosné analyzátoř kvality

Vyjma trvalých měření je občas nutné provést také měření dočasná s plnohodnotným záznamem. Nejčastěji tomu tak bývá v případě dimenzování jističů, problémů s kvalitou odebírané energie nebo návrhů kompenzace. K těmto účelům se používají přenosné analyzátoř a data loggery.

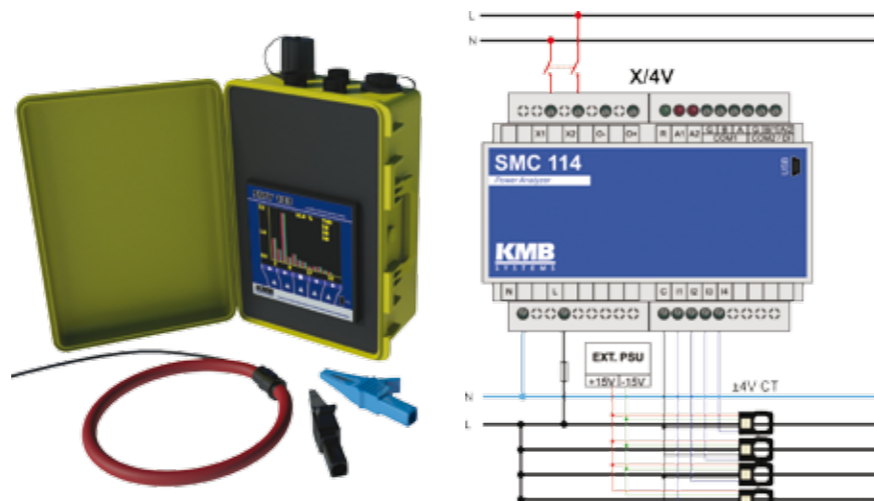
Nejnovějším z přenosných analyzátořů je **SMY-CA**, jedná se o analyzátoř SMY 133 vestavěný do robustního kufru poskytujícího mu ochranu a krytí IP65 i při měření. Pro snadnou instalaci přístroj využívá pro měření proudu pružné proudové snímače (Rogowskiho cívky) s výstupem 333mV. Pro konfiguraci přístroje a stahování zaznamenaných dat je zde USB, navíc je přístroj vybaven Ethernetem umožňujícím dálkový dohled nad měřením.

Ultra-kompaktní přenosný analyzátoř **NEMO 104** se řadí do stejné kategorie. Navazuje na své předchůdce řady SIMON, měří 4 napětí a 4 proudy přes proudové sondy s pružnými snímači a přepínáním rozsahu. Zálohování chodu při výpadku napájecího napětí je i zde zajištěno vnitřním akumulátorem. Měření je možné sledovat přes volitelné WiFi rozhraní, pro stahování dat pak slouží USB.

Posledním je vícekanálový analyzátoř **NEMO 332**. Většinu svých funkcí sdílí s NEMO 104, ale oproti němu je schopen měřit ke 4 napětím až 32 proudů (8x4proudy). Jeho schopností se tak dá využít zejména v trafostanicích, kde je nutné provádět měření na více vývodech současně.

Proudové vstupy

Každý přístroj je možné volitelně nakonfigurovat. Jednou z nejdůležitějších volitelně konfigurovatelných součástí jsou proudové vstupy.

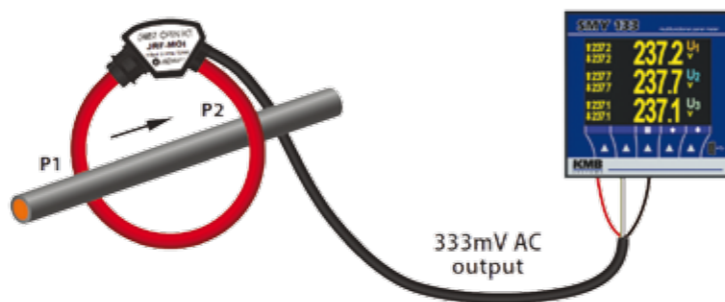


SMC 114 X/4V - Měření v AC i DC sítích

Přenosný analyzátoř SMY-CA



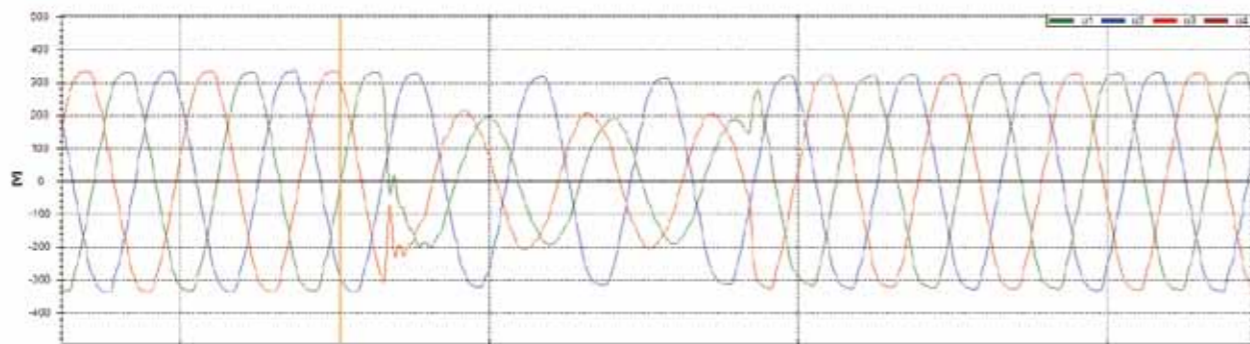
Přenosné analyzátoř NEMO 332 a NEMO 104 s příslušenstvím



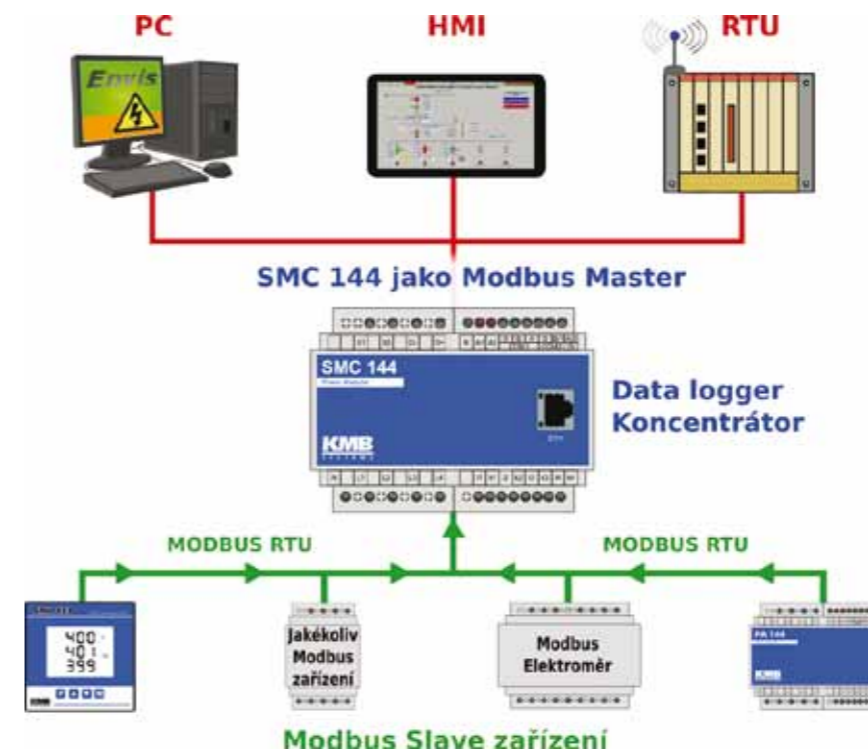
SMY 133 se vstupem X/333mV

Varianta **X/5A** zastupuje nejrozšířenější provedení proudového vstupu. Podporuje měřicí transformátory s 5A nebo 1A nominálním sekundárním proudem. Výhodou tohoto řešení je snadná dostupnost 5A měničů. Mezi nevýhody pak patří vysoké proudy (velký průřez vodičů) a také problémy s ochranou při přetížení.

Dalším provedením je varianta **X/100mA**, představuje obdobu provedení X/5A, avšak se zaměřením na transformátory s výstupním proudem X/100mA, které jsou stále běžnější k dostání. Značnou výhodou tohoto řešení a důvodem proč se stále více využívá při měření v DTS je několikanásobně vyšší odolnost při pře-



Osciloskopický průběh poruchy napětí. Modul GO.



Příklad monitorovacího řetězce - SMC 144 s Modulem MM

tížení - až 100xlnom oproti obvyklému 10xlnom v případě X/5A.

Speciálním řešením je vstup **X/333mV**, který podporuje snímače s převodem na 333mV. Mezi ně se řadí zejména pružné proudové snímače a další speciální typy snímačů. Přístroje s tímto vstupem jsou současně schopny napájet elektroniku externích snímačů napětím 5VDC.

Pro měření v DC sítích se používá vstup **X/4V**, který je určen hlavně pro hallovy sondy s převodem na ±4V. Toto řešení nalze uplatnění na fotovoltaických elektrárnách, datových centrech, dobíjecích stanicích a další.

Provedení **Sxxx** a **Pxxx** jsou vhodné zejména, ale nejen pro měření malých proudů. Přístroj je kalibrován a dodáván včetně naklapávacích (Sxxx) nebo průvlekových (Pxxx) transformátorů a je pevně nastaven na objednaný nominální proud. Nominální proud je možné volit od 5A do 600A (S005-S600). Zejména 5A provedení (S005 a P005) je užitečné pro podružné měření u stávajícího elektroměru, kde je možné využít stávajících elektroměrových transformátorů s převodem na 5A a měřit na jejich sekundární straně bez ztráty přesnosti.

Firmwarové Moduly

Stejně jako modulární architektura hw je i fw většiny přístrojů postaven modulárně.

Pro vyhodnocení kvality jsou zde **Moduly PQ A** a **PQ S**, které z přístroje udělají analyzátoř kvality třídy A respektive S dle IEC 61000-4-30. Přístroj s tímto modulem vyhodnocuje kvalitu napětí dle EN50160, měří meziharmonické složky, flickr a zaznamenává napěťové události jako je podpětí, přepětí a výpadek napětí.

Modul GO (General Oscilogram) slouží pro rozšířený záznam obecných oscilogramů, kdy jsou do paměti přístroje ukládány surové vzorky sítě (osciloskopický průběh). Způsob záznamu je plně konfigurovatelný a je možné nastavit vzorkování, dobu záznamu, pre- a post-trigger a spouštěcí podmínku. Z přístroje se tak stane záznamník poruch umožňující detailně analyzovat jakýkoliv poruchový jev na napětí či proudu.

Zejména pro aplikace energy managementu slouží **Modul MM** (Modbus Master). Modul je určen pro přístroje s více dálkovými komunikačními rozhraními a vnitřní paměti. Tento přístroj (Master) přes RS-485 prostřednictvím protokolu Modbus vyčítá z podřízených přístrojů (Slave) měřené hodnoty a ukládá je do své paměti. Pokud je Master vybaven RS-485 a Ethernetem je ho možné díky tomuto modulu využít také jako transparentní převodník z Ethernet na RS-485. Typickým Master přístrojem je SMC nebo SMZ, jako slave se pak používají SML, PA a jakékoliv další přístroje podporující modbus.

KMB systems, s.r.o.
 Dr. M. Horákové 559,
 460 06 Liberec 7
 tel.: +420 485 130 314
 www.kmb.cz

