

# 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.

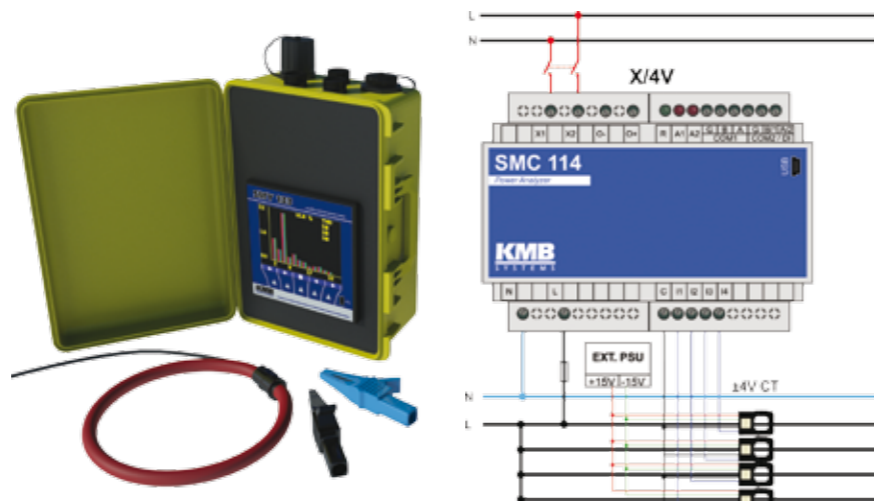
Nejnovějším z přenosných analyzátořů je **SMY-CA**, jedná se o analyzátoř SMY 133 vestavěný do robustního kufru poskytujícího mu ochranu a krytí IP65 i při měření. Pro snadnou instalaci přístroj využívá pro měření proudu pružné proudové snímače (Rogowskiho cívky) s výstupem 333mV. Pro konfiguraci přístroje 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.

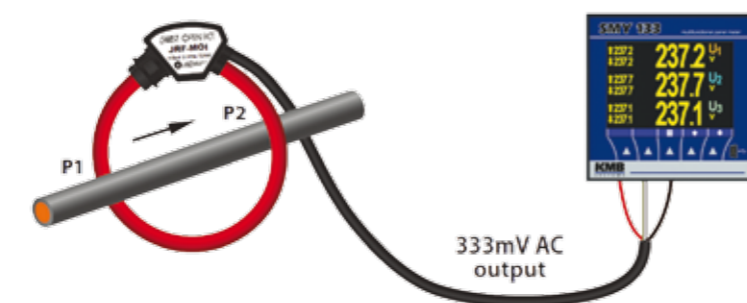


Přenosný analyzátoř SMY-CA

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



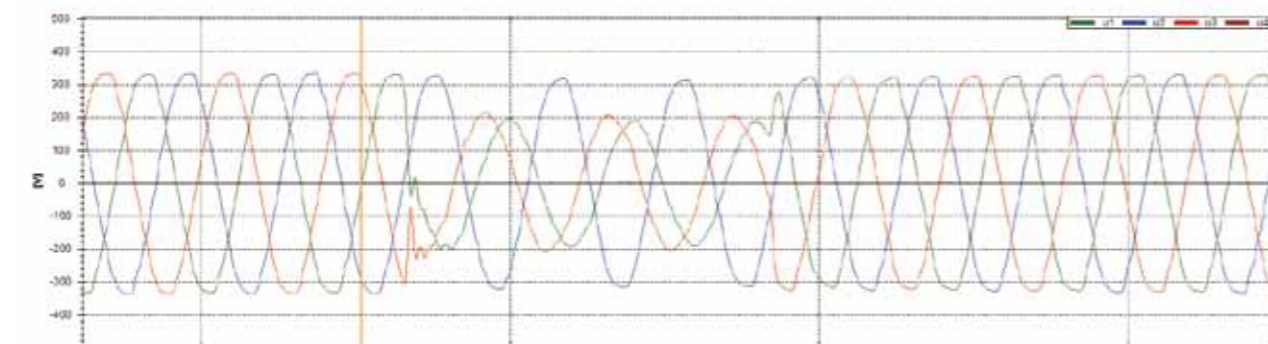
Přenosné analyzátoř NEMO 332 a NEMO 104 s příslušenstvím



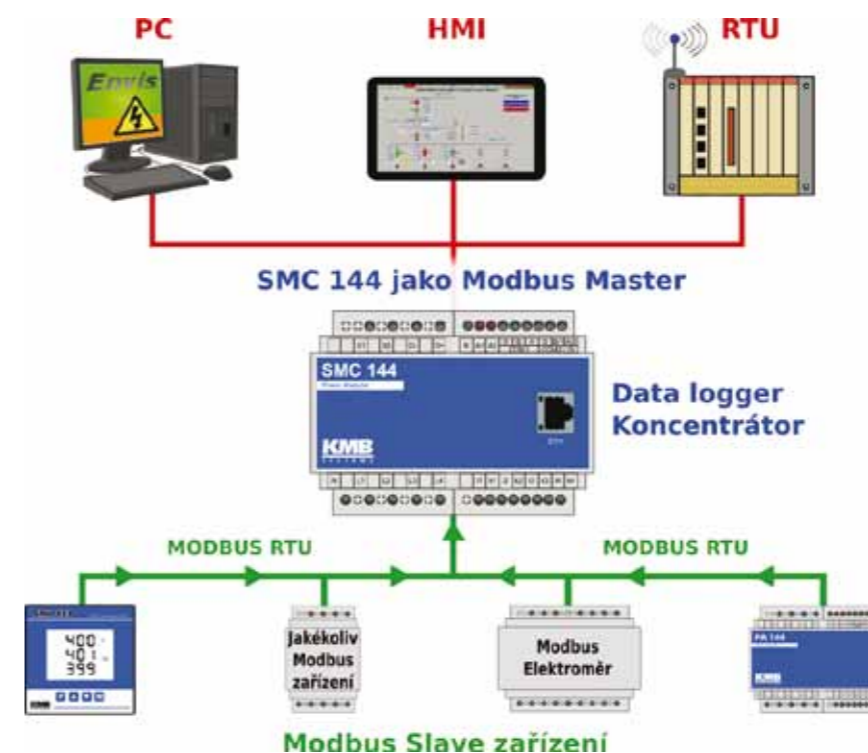
SMY 133 se vstupem X/333mV

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  $\pm 4V$ . 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 Ethernetu 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

