

On-line monitoring elektrozařízení jaderné elektrárny

Kaška M., Mareček O. - TES s.r.o. Třebíč

Anotace

Rozvod elektrické energie vlastní spotřeby jaderně energetického bloku zajišťuje nejen napájení zařízení přímo sloužících výrobě elektrické energie, ale musí být především schopen napájet zařízení podílející se na bezpečném odstavení a dochlazení jaderného reaktoru i v případě projektem předpokládaných poruch. Oproti běžným průmyslovým rozvodným zařízením se jedná o nepoměrně složitější systém s požadovanou vysokou spolehlivostí.

K on-line monitorování důležitých elektrických zařízení se na JE Temelín již od výstavby využívá systém MOSAD[®]-4. Od prosince 2006 je v provozu modernizovaný systém s označením MOSAD[®]-5. Příspěvek se zabývá technickými vlastnostmi systému MOSAD[®] a na příkladu ilustruje jeho možnosti.

Úvod

Monitorovací systém MOSAD[®]-5 je určen k nepřetržitému sledování elektrických signálů - analogových a dvouhodnotových. Funkce systému jsou zaměřeny především na monitorování stavů a činností silnoproudých zařízení s důrazem na přechodné, respektive poruchové děje. Systém je navržen pro plně autonomní provoz bez nároku na trvalou přítomnost obsluhy. Systém MOSAD-5 navazuje na systém MOSAD-4 provozovaný od roku 1998 na JE Temelín, kde byl nasazen pro účely dokladování výsledků testů při najíždění bloků. Dlouhodobě ověřená schopnost autonomně zaznamenávat průběh přechodných a poruchových dějů jej předurčila k využití i při komerčním provozu obou bloků elektrárny.

Monitorovací systém MOSAD[®]-5

Měřicí systém je navržen jako modulární stavebnice. Základními prvky systému jsou:

Centrální jednotka (CJ) – poskytuje uživatelům prostřednictvím WWW interface ovládaní rozhraní k celému systému, dále funguje jako spojovací článek mezi měřicími ústřednami a databázovým systémem na CJ-DB. V neposlední řadě funguje jako brána pro komunikaci a předávání dat mezi systémem MOSAD-5 a staršími ústřednami MOSAD-4 a dále poskytuje řadu servisních a provozních funkcí ostatním částem systému MOSAD-5. K CJ jsou navíc datově připojeny řídicí a záznamové jednotky některých technologických zařízení bloku:

- Budicí soupravy turbogenerátorů
- Budicí soupravy dieselgenerátorů
- Ochrany turbogenerátorů, blokových a odbočkových transformátorů
- Ochrany dieselgenerátorů
- Analyzátor plynů rozpuštěných v oleji blokového transformátoru
- Skupinová regulace napětí v uzlu Kočín
- Diagnostický systém sběracího ústrojí turbogenerátorů

MOSAD-5 poskytuje těmto jednotkám synchronizaci s jednotným časem GPS.

Datový a databázový server (CJ-DB) – ukládá získaná data a záznamy o stavu a poruchách vlastního systému, obsahuje konfigurace jednotlivých modulů a jejich software. Část dat je uložena v CJ-DB ve formě souborů na lokálních discích a větší část je uložena v databázovém systému ORACLE, který na CJ-DB běží.

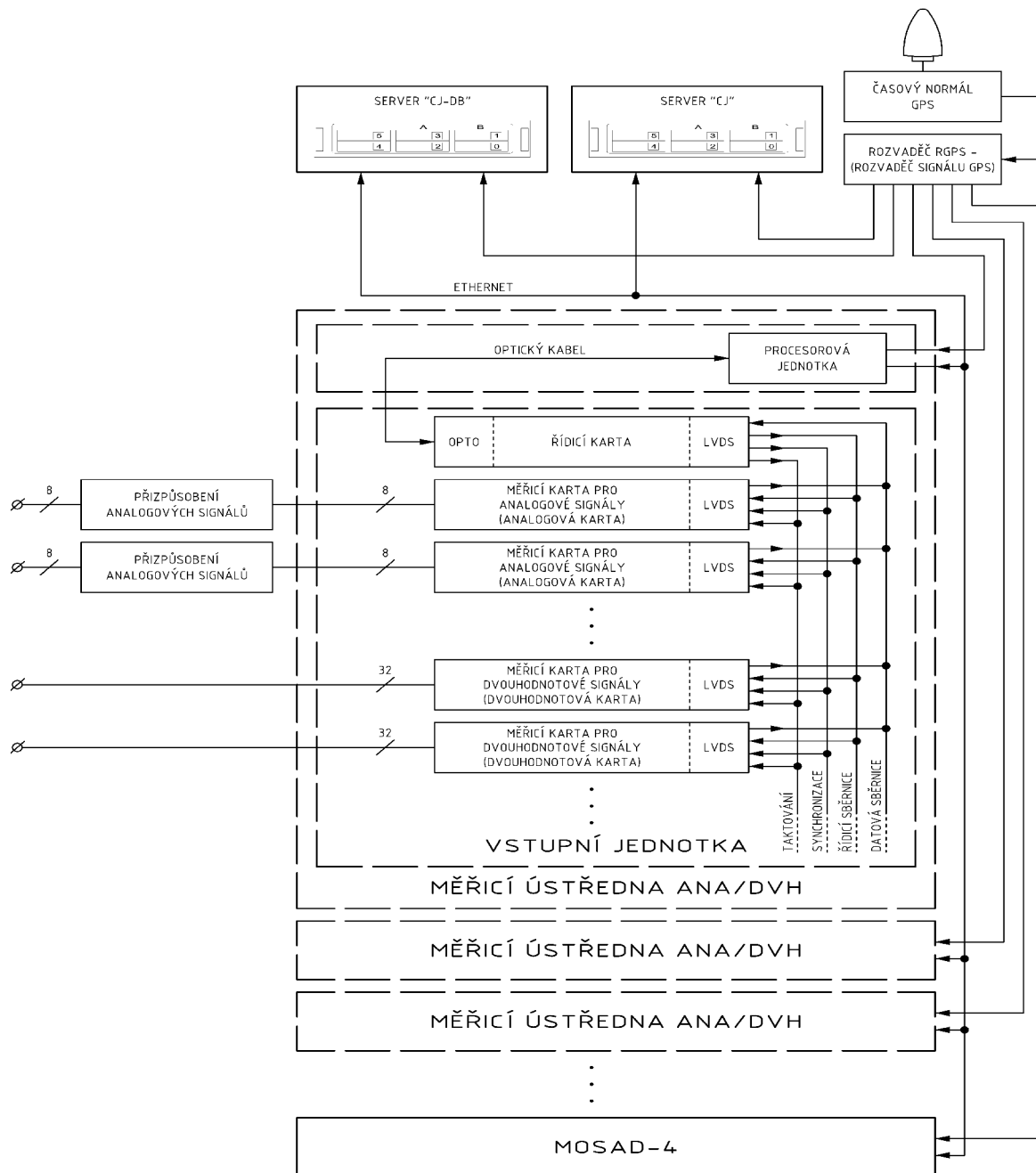
Měřicí ústředna (MÚ)

MÚ získává data analogových a dvouhodnotových signálů. Měřicí ústředna se skládá z procesorové a vstupní jednotky a z měřicích modulů. V systému MOSAD-5 jsou používány tyto dva typy měřicích modulů:

Analogový měřicí modul – slouží k záznamu přechodových dějů pomocí analogových signálů. Typický analogový měřicí modul v systému MOSAD-5 měří 32 vstupů s maximální vzorkovací frekvencí 25 ksamples/s na vstup.

Dvouhodnotový měřicí modul – slouží k záznamu změn dvouhodnotových signálů. Typický dvouhodnotový modul v systému MOSAD-5 měří 544 signálů s periodou 1 ms.

Podpůrná komunikační infrastruktura – je tvořena zejména lokální sítí ethernet propojující jednotlivé komponenty, přijímačem GPS a rozvodem jeho informací k jednotlivým komponentům sloužící pro časovou synchronizaci.



Obr. 1: Blokové schéma monitorovacího systému MOSAD-5

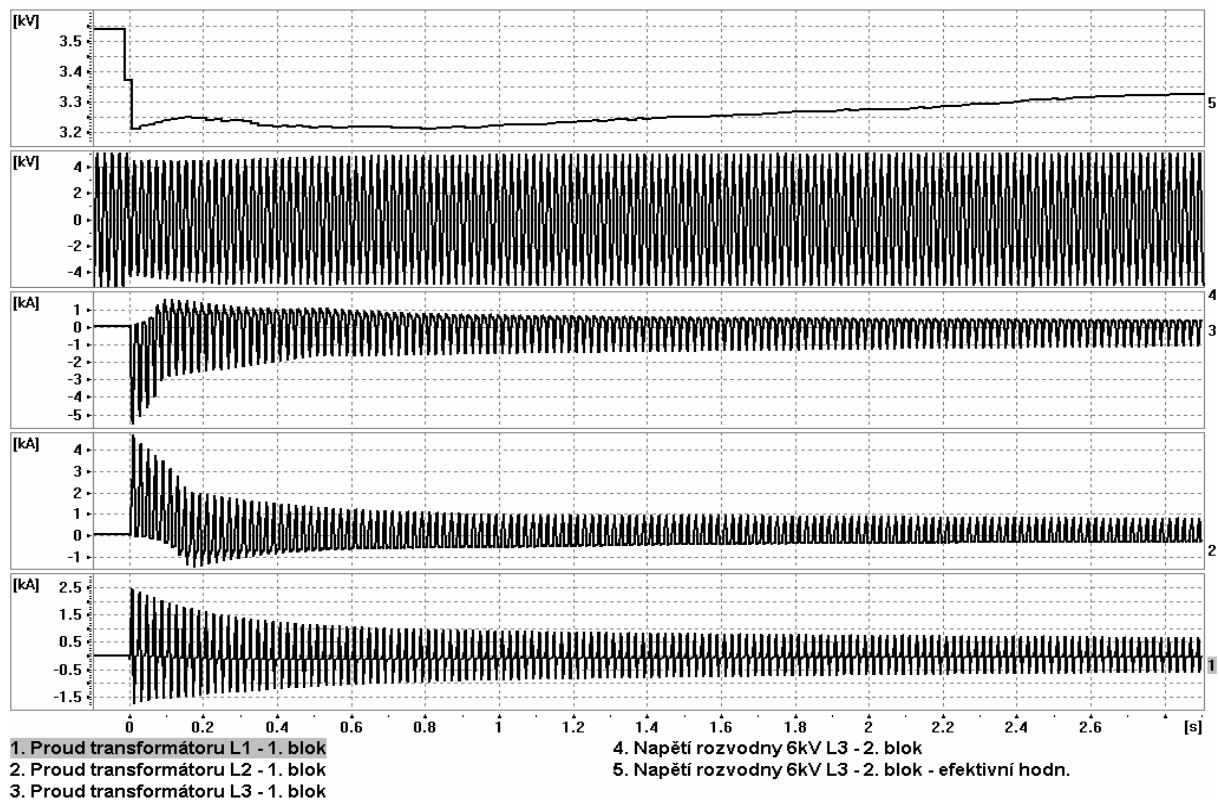
Hlavní výkonné funkce měřicího systému plní analogové a dvouhodnotové moduly. Centrální jednotky plní především pomocné a podpůrné role nutné k zajištění celkové funkce systému.

Proudový náraz při zapnutí blokového transformátoru

Jako příklad využití dat zaznamenaných systémem MOSAD-5 lze uvést analýzu zapínacího rázu blokového transformátoru.

Při zapnutí vypínače linky 400 kV a k ní připojených tří jednofázových jednotek blokového transformátoru 420 kV / 24 kV – 3 x 400 MVA a dvou odbočkových transformátorů 24 kV / 6,3 kV / 6,3 kV – 63 MVA prvního bloku došlo ke vzniku silného magnetizačního rázu a proudové nesymetrie především ve fázích L2 a L3. Ve fázi L1 byla odměřena špičková hodnota proudu zapínacího rázu 2,5 kA, ve fázi L2 4,7 kA a ve fázi L3 –5,5 kA.

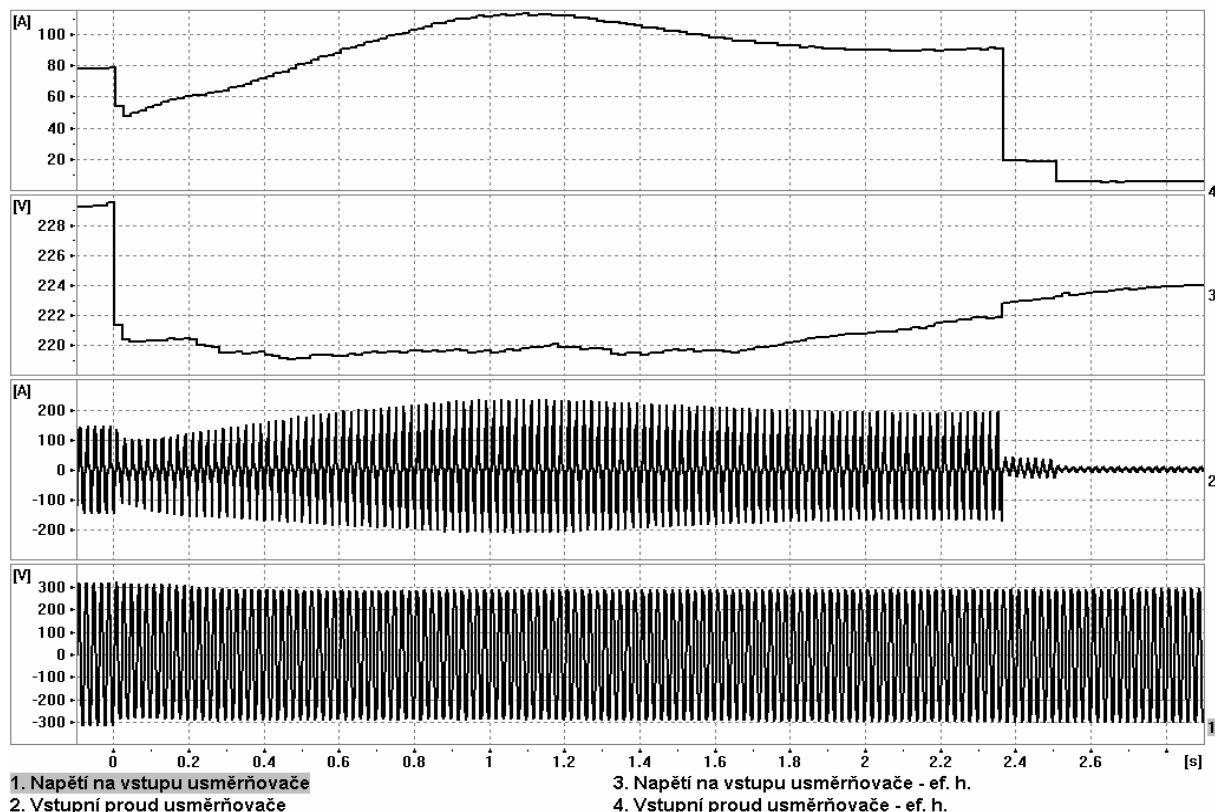
Proudový náraz při zapnutí blokového transformátoru



Obr. 2: Průběh proudového rázu a jeho přenesení na sousední blok

Vzniklá napěťová nesymetrie v rozvodu 400 kV ovlivnila přes linku 400 kV sousední 2. blok elektrárny, který byl v té době odstaven a jeho generátor byl odfázován. Vlastní elektrická spotřeba 2. bloku byla napájena z pracovního napájení tj. ze sítě 400 kV přes blokový a odbočkové transformátory. Tato nesymetrie měla vliv na technologické zařízení 2. bloku, přičemž k nejzávažnějším patří náběh ochrany proti nesymetrii jednoho ze čtyř pracujících hlavních cirkulačních čerpadel, výpadek usměrňovače pro dobíjení baterie zajištěného napájení I. kategorie a aktivaci popudu zkratové ochrany blokového transformátoru s rezervou dočasování (a tím i vybavení) pouhých 30 ms.

Proudový náraz při zapnutí blokového transformátoru



Obr. 3: Výpadek usměrňovače

Podrobná analýza zaznamenaného děje podpořená dalšími výpočty vedla k následujícím závěrům:

Je nutné přehodnotit nastavení zkratové ochrany blokového transformátoru.

V případě přifázovaného generátoru a provozu bloku na výkonu by byla vzniklá proudová a napěťová nesymetrie účinně tlumena a tudíž by se v rozvodu napájení vlastní spotřeby prakticky neuplatnila.

Závěr

Data, která poskytl monitorovací systém MOSAD[®]-5, posloužila k jednoznačnému popisu události a umožnila vypracovat podrobnou analýzu problému. Ta ukázala mimo jiné i na nedostatečnou rezervu zpoždění zkratové ochrany blokového transformátoru, což by nebylo možné zjistit jinak dříve než při ztrátě pracovního napájení bloku v důsledku podobné události.

Literatura

1. Interní dokumentace firmy TES

Autoři

Ing. Miloš Kaška, TES s.r.o., Pražská 597, 674 01 Třebíč; e-mail: kaska@tes.eu

Ing. Oto Mareček, TES s.r.o., Pražská 597, 674 01 Třebíč; e-mail: marecek@tes.eu