

SIMULAČNÍ TRENAŽÉRY ELEKTRO-ENERGETICKÝCH VÝROBNÍCH BLOKŮ A ROZVODEN

Petr NEUMAN, Marek POKORNÝ, Petr TUŠLA, Ludvík VARCOP, Willy WEIGLHOFER

NEUREG – sdružení pro regulaci a modelování,
Studnická 2128, 193 00 Praha – Horní Počernice
E-mail: neumanp@volny.cz

Kap.1. Popis situace v České republice.

Elektrárna Opatovice je již dva roky jediná elektrárna (mezi konvenčními uhelnými a plynovými elektrárnami a teplárnami) v České republice, která vlastní a využívá simulační operátorský trenažér, v tomto případě trenažér dvou kotlů (K3 a K4) připojených do společné parní sběrnice s odběrem do dvou parních turbin (TG2 a TG4). O tomto trenažéru kotlů jsme podrobně informovali na předcházejících **konferencích MATLAB**, konkrétně v letech **2002, 2003 a 2004**.

Nyní Elektrárna Opatovice, a.s. tuto svoji vyjímečnou pozici mezi elektrárnami a teplárnami v České republice ještě posiluje a zvýrazňuje tím, že od května tohoto roku je v provozu Dispečerský trenažér elektrorozvodu v EOP všech napěťových úrovní od 0.4 kV až po rozvodnu 110 kV s linkami připojenými do jednotlivých oblastí distribuční sítě ČEZ-VČE 110 kV.

Zatímco v příspěvcích na **konferencích MATLAB 1999 a 2000** zmíněné Výcvikové středisko energetiky, a.s., Tušimice, bylo z hlediska trenažérového výcviku topičů a strojníků již zrušeno (starý analogový trenažér bloku 200 MW ze 70.let minulého století byl demontován a zlikvidován), tak v oblasti výcviku manipulantů a dispečerů rozvoden a transformoven zůstává zatím jediným obdobným zařízením Výcvikové středisko Přeštice, které po privatizaci majetkově patří ZČE ze skupiny ČEZ. Toto středisko se však potýká se dvěma základními problémy. Prvním jsou technicky a morálně zastaralé trenažéry (vyvinuté a uvedené do provozu také v 70.letech, s minimálními modifikacemi a rozšířeními realizovanými do konce minulého století) nevyhovující současným požadavkům na výcvik manipulantů a dispečerů. Druhým problémem pak je nezáměr vlastníka investovat do rozvoje a modernizace trenažérů. Je pravděpodobné, že postupně utlumovaná činnost střediska v Přešticích bude posléze zastavena úplně nebo bude muset projít privatizací a restrukturalizací.

Na rozdíl od obou zmíněných výcvikových středisek mají trenažéry v EOP velkou a zásadní výhodu v tom, že se jedná o trenažéry typu replika – s věrnou kopií pracoviště SVEOP u trenažéru kotlů a Elektrovelína u trenažéru rozvodu EOP. A právě po těchto trenažérech typu replika umístěných přímo u provozovatele je v současnosti zájem, protože při neustálém snižování počtu provozních operátorů není možné, aby celé směny jezdily na delší dobu do oborově centralizovaných výcvikových středisek, když navíc tam není možné realizovat věrnou kopii jednotlivých velinů.

Kap.2. Typy simulačních trenažérů

Základní členění **Simulačních Trenažérů** pro výcvik obsluhy elektro-energetických zařízení vhodných pro Českou republiku je následující:

- 2.1 **Operátorské Trenažéry** energetických výrobních bloků (bloků elektráren a tepláren).
- 2.2 **Dispečerské Trenažéry** elektrárenských rozvodů a distribučních sítí (DS).
- 2.3 **Dispečerské Trenažéry** přenosových sítí (PS).

Simulační Trenažéry pro výcvik obsluhy elektro-energetických zařízení – obecně:

- modely technologie námi vyvinuté jsou realizovány v programu MATLAB-SIMULINK
- zahrnují reálné 1.pracoviště trénovaného operátora a 2.pracoviště Instruktora (specifické obrazovky, např. pro zadávání poruch) a případně další HW zařízení (technologické klávesnice, pulty a panely MOZAIKA, apod.),
- použití trenažérů pro základní výcvik nových a doškolení již zkušených operátorů,
- lokalizace trenažéru typu replika přímo u provozovatele a tím snižuje náklady a šetří čas provozního personálu,

- přínos použití trenažeru je ve zlepšení ekonomie provozu dosažené zvýšením úrovně praktických dovedností obsluhy ve všech standardních i nestandardních (abnormálních, havarijních) ustálených a dynamických přechodových režimech,

- zlepšením provozních režimů se zvýší spolehlivost a životnost technologických zařízení,
- modelují se „parní kotle – společná parní sběrnice –turbíny“,
- modelují se elektro-rozvodny, distribuční, lokální distribuční a přenosové sítě (DS, LDS, PS),
- trenažéry umožňují nejen výcvik topičů, strojníků, rozvodných, manipulantů a dispečerů, ale i výuku studentů středních a vysokých škol.

Kap.2.1. Operátorské Trenažéry energetických výrobních bloků (elektráren) – specificky pro Trenažér EOP:

- trenažéry zahrnují režimy: odstavení bloků (kotlů a turbín) standardní i klouzavé, najetí ze studeného nebo teplého stavu na požadovaný výkon, atd.,
- trenažéry umožňují pod dohledem instruktora výcvik topičů, strojníků a blokařů, mistrů kotelny a strojovery, směnových inženýrů a dalších technických pracovníků (technický rozvoj, údržba),

Kap.2.2. Dispečerské Trenažéry elektro-rozveden, distribučních sítí (DS) – specificky pro Trenažér EOP:

- model zahrnuje všechny rozvodny elektrárny nebo teplárny (úroveň 0.4, 6, 10.5, 110 kV, a jiné), generátory, transformátory, spínače/odpojovače a všechna zařízení nutná pro reálný trénink všech manipulačních a dispečerských funkcí,
- trenažéry zahrnují režimy: manipulace přejíždění napájecích a spotřebitelských cest, odstavení a najetí turbosoustrojí včetně přifázování k síti, provoz generátorů na vlastní spotřebu, ostrovní provoz elektrárny nebo jednotlivých bloků nebo jejich paralelní ostrovní provoz, dispečerské řízení bloků a elektrárny,
- Instruktor zadává poruchy např.: zkraty (jedno-, dvou-, nebo třífázové na generátorech, transformátorech, rozvodnách a linkách 110 kV propojených s distribuční soustavou), interní i externí poruchy (aktivace elektrických poruch a jejich výpadky, snížení napětí na rozvodnách 110 kV a v uzlech připojené distribuční soustavy, změna spotřeby v připojené síti 110 kV daná změnou zátěžného úhlu, pokles frekvence sítě),
- trenažéry umožňují výcvik manipulantů a dispečerů, směnových inženýrů a jiných technických pracovníků,
- lze trénovat i režimy poskytování systémových (regulace f a P, sekundární regulace U a Q,) a podpůrných služeb pro dispečink přenosové soustavy (v České republice pro ČEPS).

Kap.3. Obecný trénink postupů řízení elektrárenských rozveden

Trenažér Rozvodny slouží pro simulaci normálních i poruchových provozních stavů se specifikovanými scénáři průběhů manipulace a havárií. Trénink dispečerů probíhá jak pro poruchové stavy, tak i v normálních provozních stavech.

Trenažér lze využít i pro analýzu provozních stavů a přípravu provozu, při projektování a rozvoji SW informačních a řídicích systémů a také pro testování jejich programového vybavení.

Z hlediska typu trenažeru bude realizován tzv. plnorozsahový trenažér typu replika s reálnými snímky SCADA – např. InTouch na monitorech, včetně emulovaného dispečerského panelu např. APEL.

Panel APEL může být realizován buďto HW nebo promítáním snímku příslušného schématu v InTouch (odpovídajícího skutečnému schématu na panelu) z počítače PC prostřednictvím dataprojektoru na promítací plátno příslušné velikosti.

Kap.3.1. Realizace trenažeru rozvodny

Trenažér se skládá z následujících funkčních celků:

- reálného pracoviště dispečera s požadovaným počtem monitorů a snímky SCADA – např. InTouch
- pracoviště instruktora shodného s pracovištěm dispečera, ale dále rozšířeného o specifické snímky SCADA - InTouch pro zadávání vybraných poruch, hlavní funkční náplní Instruktora je příprava a nastavování školících scénářů a zadávání vybraných poruch
- modelu rozvodny v SW prostředcích MATLAB-SIMULINK-SimPowerSystem-STATEFLOW

- emulovaného distribuovaného řídicího systému (např. ZAT).

Kap.3.2. Modelování rozvodny

Principiálně bude použit následující typ modelu:

- simulující ustálené provozní stavy číselně zobrazované v systému InTouch
- simulující pomalé dynamické změny, které dispečer rozlišuje s pomocí informačního a monitorovacího systému InTouch
- simulující rychlé dynamické stavy, které dispečer identifikuje v systému InTouch podle důsledků těchto stavů, např. výpadek generátoru vlivem ochran, vypnutí, atp.

V souladu s uvedenými funkčními celky trenážeru rozeznáváme i jednotlivé programové balíky pro realizaci:

- a. modelu rozvodny
- b. modelu řídicího systému
- c. poruch a poruchových scénářů, které mohou být na základě vyplnění zadávacího formuláře realizovány i bez přímé účasti Instruktora s následným automatickým zaznamenáním a vyhodnocováním činnosti žáka dispečera

ad a. model rozvodny lze podrobněji popsat:

- topologií zapojení rozvodny, včetně linek 110 kV, 10 kV, 6 kV, 0,4 kV a odboček, dle SCHEMATU ROZVODEN ELEKTRARNY
- submodely generátorů, simulující jak pomalé tak i rychlé přechodové dynamické jevy, ve kterých se uvažuje i vzájemné kývání rotorů a reálný proces regulace buzení
- modely blokových transformátorů, transformátorů vlastní spotřeby, všech spínačů/vypínačů, odpojovačů a motorů

ad b. model řídicího systému u trenážeru typu replika bude emulován rovněž v prostředcích standardního SW balíku MATLAB-SIMULINK-STATEFLOW. Bude uvažován komplexně se simulací všech jevů, jako např.:

- algoritmy řízení, vypínání, odpojování
- blokády a ochrany
- modelování dálkového měření a řízení, simulace komunikačního systému
- programová příprava pracoviště žáka a instruktora (simulace odpovídající činnostem pracovníků rozvodny)

ad c. programové vybavení pro realizaci školících scénářů dovoluje definovat různé poruchové stavy v rozvodně, požadované podmínky provozních stavů, a postupy dle Provozních předpisů Elektrárny, např. poruchy:

- buzení generátoru, ztráta synchronismu, výpadek generátoru zkratem
- zkraty jednofázové (působení OZ), zkrat blízký/svorkový
- souměrný, nesouměrný stav
- pokles napětí, pokles frekvence (např. ostrovní režim)

Kap.4. Obsah kurzů s využitím trenážeru

Jednotlivé uvažované úkoly základního tréninku jsou následující:

- obecně řízení provozu rozvodny, dle Provozních předpisů Elektrárny
- synchronizování a vlastní fázování generátorů k síti (automatický synchronizátor, ručně)
- regulace napětí na transformátorech
- regulace napětí generátoru buzením
- vlastní spotřeba
- chod naprázdno
- ruční manipulace
- přepínání spínačů, odpojovačů
- vypnutí a zapnutí vedení
- změna činné a jalové zátěže, symetrická zátěž
- změna odbočky na transformátoru
- přechod z jednopřípojnicového režimu na dvojpřípojnicový
- obnova provozu po úplném nebo částečném výpadku v rámci rozvodny
- zajištění stability provozu

- zajištění kvality provozu

Další úkoly jsou následující:

- řízení s ohledem na skupinovou regulaci napětí a sekundární regulaci jalového výkonu
- optimální řízení v souladu s realizací obchodu s elektrickou energií
- analýza minulých provozních situací
- rozpoznávání nebezpečných provozních situací
- řízení rozvodny v havarijních a pohavarijních stavech
- prevence havarijních provozních stavů
- analýza budoucích provozních stavů v souvislosti se systémovými požadavky sítě a trhem s elektrickou energií

Kap.4.1. Příprava trenažéru a průběhu školení

Při přípravě trenažéru je důležité vytvoření databáze, buďto využitím databáze z minulého školení nebo převzetí z aktuální databáze informačního a řídicího systému. Další fází je tvorba a výběr scénářů školení, pro kterou je výhodné vytvářet knihovnu scénářů na základě skutečných provozních událostí.

V rámci fáze přípravy režimu školení je z psychologického hlediska efektivní vytvořit pro žáky dispečery „přátelské“ prostředí. Negativně by například působilo při školení výrazně více stresových situací nežli bývá při vlastní práci na rozvodně. Tento problém se dá stručně shrnout pod přípravu kvalitního „pedagogického projektu“.

Poslední fáze školení je vyhodnocování činností a zásahů žáka, které jak již bylo řečeno může být i automatické.

Ze strany žáka, tj školeného rozvodného (manipulanta-dispečera), se jedná o sledování provozního stavu rozvodny a vykonávání operací, které by se pro něj měly stát rutinními. Jde například o tyto operace:

- změny stavu vypínačů
- řízení výkonové bilance působením na chod generátorů prostřednictvím dispečera
- regulace napětí působením na výrobu jalového výkonu generátorů (dispečer, skupinový-sekundární regulátor), nastavením převodů transformátorů
- řízení změn v nastavení ostatních automatických zařízení a ochran

Zvláštní a specifickou úlohou je pak rozpoznávání poruchových stavů na základě informací zobrazovaných na řídicím pracovišti rozvodny.

Kap.4.2. Přínosy z využívání trenažérů elektrárenských rozvodů

Hlavním přínosem je obecně podstatné zkvalitnění a zkrácení doby zácvičku pracovníků a přímá použitelnost získaných teoretických znalostí a praktických dovedností na elektrovelínu. Zvýšení profesionality školených pracovníků snižuje ekonomické ztráty udržením optimálního chodu rozvodů, a omezuje počet profesních chyb pracovníků.

Trenažér navíc umožňuje spolehlivé a hlavně bezrizikové prověření odborných znalostí a praktických dovedností pod zvýšeným psychickým tlakem (ne však nereálně velkým – viz poznámka výše uvedená).

Kap.5. Trenažéry rozvodů, distribučních a přenosových soustav v České republice

Zkušenosti ze zahraničí jednoznačně prokazují význam využití dispečerských trenažérů a trenažérů rozvodů pro ekonomii, spolehlivost a bezpečnost provozu. Z tohoto hlediska je příprava, školení a průběžné doškolení elektrodispečerů a rozvodných bez využití trenažérů nedostatečné.

Jedním z problémů realizace těchto trenažérů je skutečnost, že pro každou dispečerskou úroveň existují specifické požadavky a podmínky.

Stav v České republice je však následující:

Na úrovni ČEPS, a.s. – dosud žádný dispečerský trenažér není, i když v připravovaném výběrovém řízení na rekonstrukci řídicího systému včetně systému SCADA má být dodávka Dispečerského trenažéru pro řízení přenosových sítí České republiky zahrnuta.

Na nižší úrovni Energetických Dispečinků ED (spadajících pod distribuční společnosti patřící ke skupině ČEZ, další dvě distribuční společnosti vlastněné společností E.ON. a pražská PRE) žádné trenažéry také nejsou.

Výcvikové středisko Přeštice, divize Nesítové služby Distribuční společnosti ZCE-skupina CEZ. V Přešticích jsou instalovány dosud jediné trenažéry rozvodny a distribuční soustavy v České republice.

Avšak trenažéry, které jsou zde k dispozici jsou úzce zaměřeny na původní technické vybavení elektrických rozvodů a transformoven ZČE a přenosové soustavy České republiky. Instalovaná zařízení neodpovídají ani současným technickým zařízením, ani současným řídicím systémům, ani současným provozním požadavkům.

Dalším problémem však je skutečnost, že ZČE – skupina ČEZ, v této době nadále nedostatečně financuje provoz a natož pak jeho další technický vývoj a modernizaci trenažérů ve Výcvikovém středisku Přeštice.

Kap.6. Modelování rozvodů v prostředcích MATLAB-SIMULINK

Výhodou použití MATLAB-SIMULINK je také jeho možnost účelného hierarchického členění použitých blokově-orientovaných schémat popisujících vyvíjený model elektrorozvodu. Jednotlivé moduly můžeme odladit zvlášť a potom je integrovat do celkového modelu.

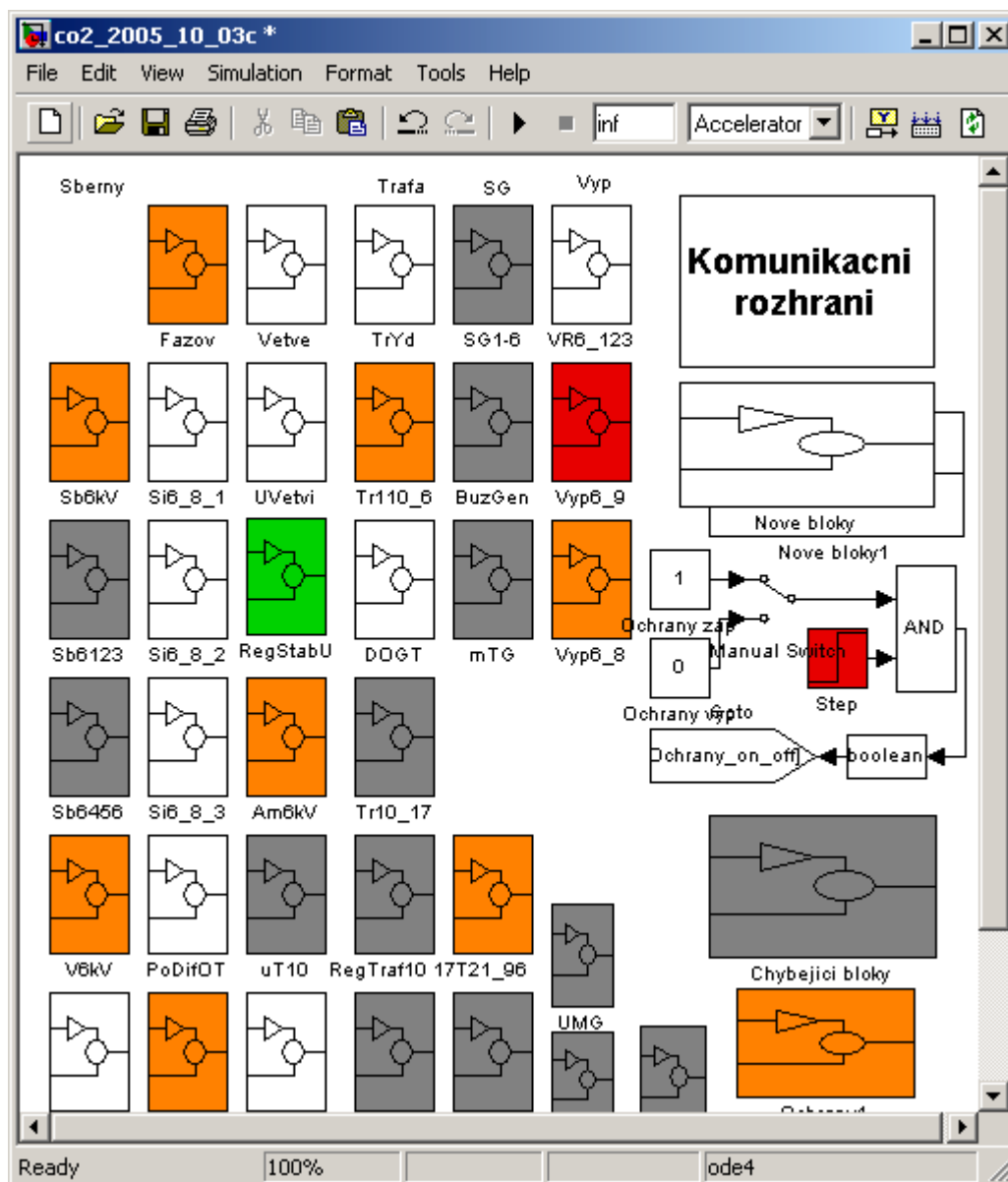
V tomto smyslu vytvořené celkové schéma rozvodu EOP je na **Obr.1**. Schéma obsahuje celkem 46 bloků navzájem provázaných spojovacími elementy typu From a Goto, které v tomto případě musí být typu Global. Jednotlivé bloky se skládají z několika hierarchických podúrovní s dalšími podbloky.

MATLAB-SIMULINK má rovněž svojí komunikační část používající Matlabské S-funkce, která poté na bázi komunikačního protokolu DDE zajišťuje propojení s vizualizačním a řídicím systémem InTouch od firmy Wonderware. Prostřednictvím SW prostředků InTouch vidí obsluhující manipulant a dispečer stav technologického zařízení na monitorech a dle Provozních předpisů příslušné rozvodny a elementy řídí a ovládá.

Zobrazení na monitorech je pochopitelně stejné jako na skutečném pracovišti manipulátora-dispečera na elektrovelině rozvodu EOP. Jedná se o tzv. typ trenažéru replika, kde školený a trénovaný pracovník má stejné pocity a stejné vizualizační a řídicí elementy a prvky jako skutečném velině. Rozdíl proti skutečnému velině je však v tom, že je k dispozici i pracoviště Instruktora, který navíc proti možnostem školeného pracovníka-dispečera má k dispozici i specifické snímky ze kterých může měnit vnější podmínky pro práci rozvodny R110 kV (změna napětí na linkách, resp. v uzlu do kterého je R110 EOP připojena, např. OPOČÍNEK, změna zátěžných úhlů, tzn. změna spotřeby, změna frekvence sítě, atp.). Dále má k dispozici snímky pro zadávání poruch (jednofázové, dvoufázové a třífázové zkraty na vybraných místech a linkách, a jiné provozovatelem specifikované poruchy), strojních poruch odstavujících jednotlivé generátory a jejich odstraňování umožňující následné přifázování.

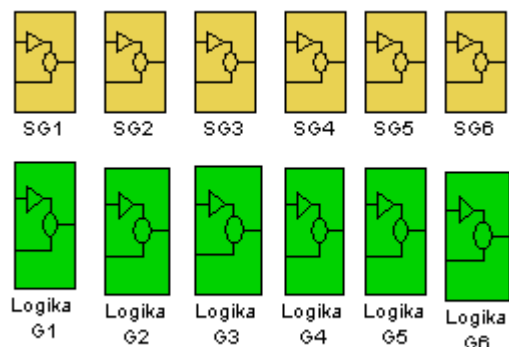
Těmito komplexními prostředky a případně připravenými automatickými scénáři provádí Instruktor trénování školeného pracovníka obsluhy na skutečné normální, abnormální, poruchové a havarijní situace, a to i ty, které se v provozu vyskytují zřídka a nemůže tedy obsluha mít dostatečně zautomatizované postupy řízení.

Model zahrnuje celý rozsah rozvodu EOP, což představuje šest generátorů TG1 až TG6 a jejich blokových transformátorů T1 až T6, dále šest rozvodů vlastní spotřeby, 6 kV sběrnice R6_8 a společnou rozvodnu R6_9, rozvodnu R110 kV pro připojení vnějších linek 110 kV, sběrnice a transformátory napěťové úrovně 0.4 kV a další prvky (odpojovače, spínače, spotřebiče, atd.). Způsob členění jednotlivých bloků celého modelu je demonstrován na sledu schémat SIMULINK. Na **Obr.1** jsou všechny bloky nejvyšší hierarchické úrovně modelu.

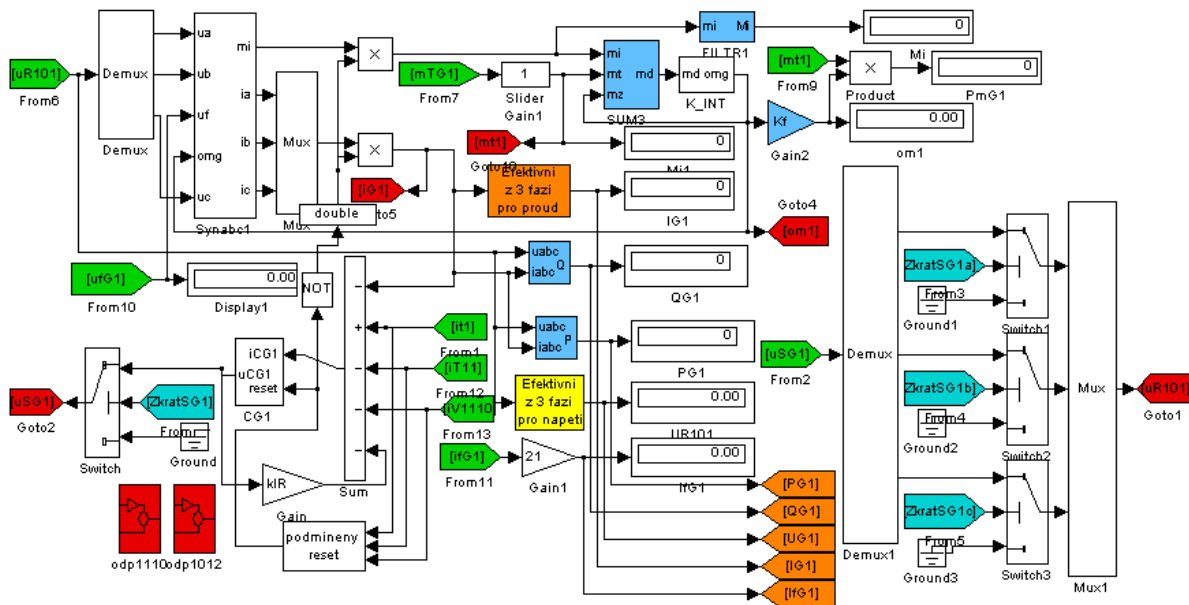


Obr.1 Celkové schéma modelu rozveden

Na **Obr.2** jsou bloky všech synchronních generátorů SG1 až SG6 (odpovídají generátorům TG1 až TG6). Na **Obr.3** je podrobněji generátor číslo SG1 včetně všech dalších obvodů-modulů, jako je moment na hřídeli, budící napětí a měřiče proudů, napětí, činného a jalového výkonu. Tyto hodnoty veličin se přes komunikační moduly přenášejí do vizualizačního SW InTouch na monitory PC.

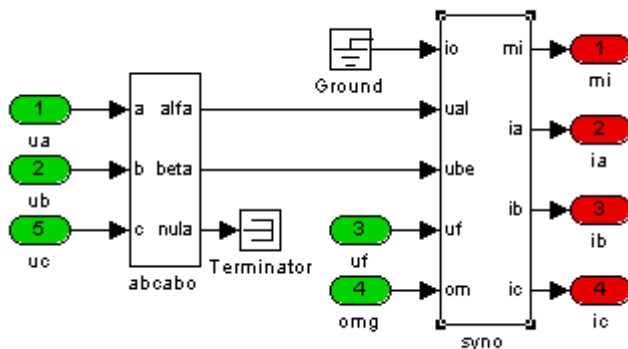


Obr.2 Bloky generátorů SG1-6



Obr.3 Generátor SG1

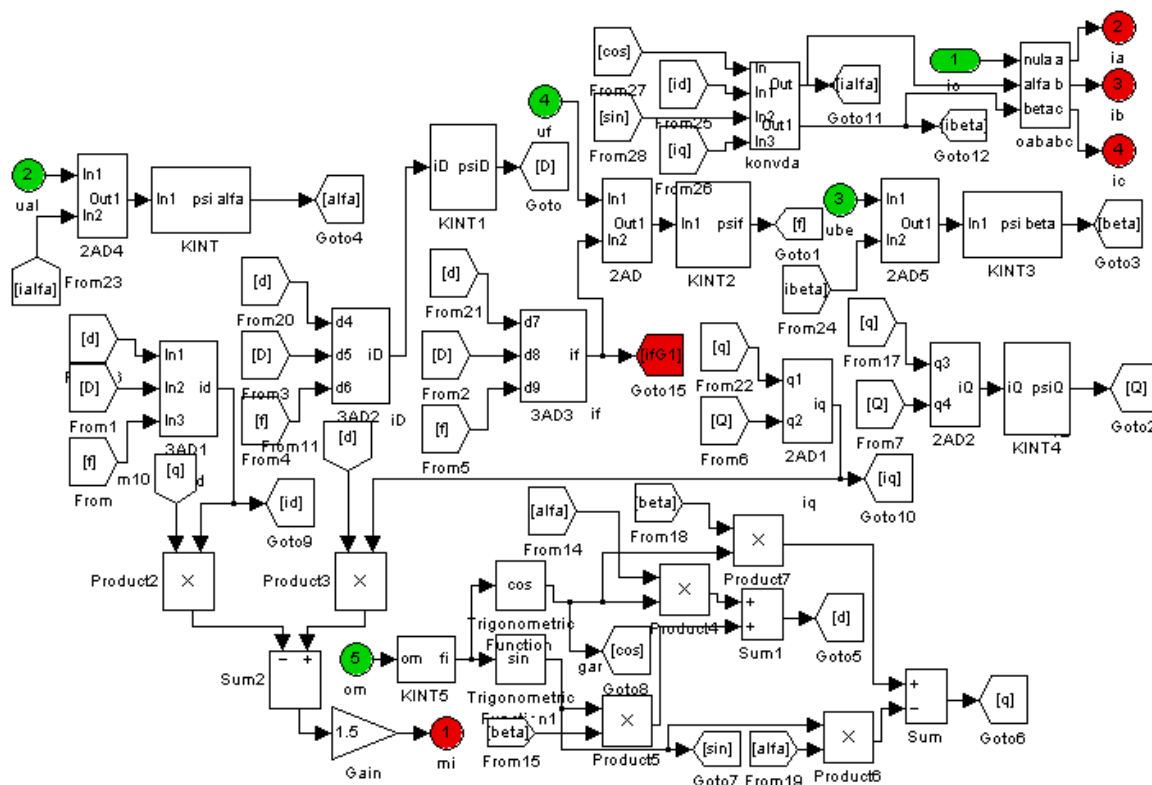
Detailní model synchronního generátoru je na hierarchicky nejnižší úrovni ukázán na Obr.4. a Obr.5.



Obr.4 Model SG s převodem souřadnic (Synabc1)

Pro modelování SG byla použita teorie obecného elektrického stroje v poměrných veličinách, konkrétně transformace $\alpha, \beta, 0$ pro stator, kde rychlost otáčení vztažných souřadnic je nulová, takže umožňuje modelovat nesymetrii napětí, proudů i impedancí ve vnější síti. Pro rotor je užito transformace $d, q, 0$, kde se vztažné souřadnice otáčejí s rotorem. Pro převod z jedné soustavy do druhé a nazpět pak slouží pomocné vztahy, respektující okamžitou polohu rotoru vůči statoru. Tímto způsobem vyloučíme nutnost použití proměnných vazebních koeficientů v diferenciálních rovnicích, jak je vidět z Obr.5.

Podobným způsobem jako SG jsou sestaveny a členěny i modely transformátorů, vypínačů, odpojovačů a všech ostatních prvků zapojení rozveden.



Obr.5 Detailní model vlastního synchronního generátoru SG (blok syno)

Jako poznámku chci uvést, že pro účely našeho modelování, tj. vývoje simulačního trenážeru rozveden, musí simulace vždy běžet v reálném čase, což např. znemožnilo použití toolboxu SimPowerSystem. V tomto toolboxu model synchronního stroje-generátoru používá z principu proměnný integrační krok, který nezaručuje konstantní rychlost výpočtu simulace, resp nezaručuje simulaci v reálném čase. Konkrétně model SG se vždy rozbíhá s velmi malým krokem integrace (simulace pomalejší než reálný čas) a po „ustálení“ se krok prodlužuje (simulace se zrychluje). Stejně je to vždy i po každé dynamické přechodové změně provozního stavu SG.

Mimo simulace v reálném čase však musí model SG i celého rozsahu rozveden postihnout nejen ustálené provozní režimy, ale i rychlé elektromagnetické (trvání řádově 10^{-1} až 10^0 sec) a elektromechanické přechodné děje (trvání řádově 10^0 až 10^4 sec). Postižení rychlých elektromagnetických jevů je nutné s ohledem na simulaci průběhu zkratů a jiných poruch na které musí reagovat například elektrické ochrany.

S ohledem na tyto skutečnosti musí být krok integrace 10^{-2} sec, nebo kratší.

Z uvedených časových údajů pro simulaci je čtenářům zřejmé, že dosažení simulace v reálném čase pro takto rozsáhlý model je poměrně náročný úkol a to jak z hlediska numerického řešení, tak i z hlediska matematicko-fyzikálního sestavení modelu. Pro informaci čtenářů a posluchačů uvádíme, že rozsah modelu v MATLAB-SIMULINK je pro samotný model elektrotechnických zařízení rozveden asi 14 MB, pro celý model včetně komunikace pak dokonce asi 20 MB.

Kap.7. Popis využití Dispečerského trenážeru rozveden v EOP

- Dispečerský trenážer rozveden v EOP slouží k doškolení a výcviku manipulantů a dispečerů. S ohledem na postupné začleňování trenážeru do režimu provozních směn a průběžně probíhajících trenážerových kurzů, je dispečerský trenážer vyvíjen ve dvou etapách. V Etapě I. je realizován rozsah tří generátorů G1, G2, G3 a příslušných rozveden 0.4 kV, blokových rozveden 6 kV, transformátorů vlastní spotřeby, blokových transformátorů, rozvodny 110 kV a linek 110 kV do oblasti OPOČÍNEK.
- Na dispečerském trenážeru lze procvičovat všechny standardní i nestandardní manipulační funkce (např. odstavení generátoru, buzení generátoru a jeho přifázování k síti), činnosti

strojníka a dispečera (např. najetí turbíny na otáčky, najetí generátoru na požadovaný výkon, režim v regulaci otáček, režim bez korektoru frekvence nebo provoz v dispečerském stupni). Z pracoviště instruktora jsou zadávány požadované poruchy typu jedno-, dvou-, či třífázových zkratů v různých místech rozveden, poruchy činnosti ochrany, ale také porucha frekvence v síti, změna napětí na rozvodně 110 kV a také změna spotřeby v síti 110 kV daná změnou zátěžného úhlu.

- Pracoviště dispečerského trenažéru se skládá z integrované 2_monitorové PC stanice Instruktora-dispečera, z které je řízen provoz trenažéru, výcvik manipulanta a zadávány vnitřní poruchy (např. zkraty na generátorech či blokových transformátorech) i vnější poruchy (např. pokles frekvence sítě, odpojení od sítě – „ostrovní provoz“). Dále se trenažér skládá ze dvou 4_monitorových PC stanic pro manipulanta, který je školen. Na každé stanici jsou dva monitory základní, tzn. celkem čtyři monitory s aplikací InTouch převzatou z elektrovelína beze změny. Zbývající monitory jsou využívány pro emulování zařízení a funkcí, které jsou na velině realizovány mimo počítačový řídicí systém ZAT Plant Suite MP. Jedná se emulaci PC buzení generátorů ŠKODA, skříňové fázování, skříňové záskoků a technologické klávesnice APEL. Příklad emulace fyzické HW skříňové fázování v SW InTouch je ukázána na **Obr.6**. Pro emulaci nástěnného tabla APEL je využit 4.video výstup PC karty kudy přes dataprojektor je na stěnu promítáno velké schéma rozveden v EOP ve formě a velikosti stejné jako na elektrovelíně realizované nástěnné tablo APEL. Emulovaný vzhled v InTouch je na **Obr.7**. Toto řešení náhrady tabla APEL je zcela původní a ojedinělé při realizaci trenažérů typu replika a je jedním z předpokladů dodávky tzv. Low Cost Training Simulators, vhodných a akceptovatelných v České republice.
- Vývoj, dodávka a uvedení do provozu dispečerského trenažéru bylo realizováno Sdružením NEUREG pod vedením jednoho ze spoluautorů tohoto příspěvku Ing. P. Neumana. Před vlastním vývojem a dodávkou dispečerského trenažéru tým techniků provozu vedený Ing. O. Valentou (další členové týmu p. Dalecký, p. Kučera, p. Jozíf) připravil technickou specifikaci, včetně definice provozních a poruchových stavů, které budou na trenažéru procvičovány. Projektové řešení a instalaci HW za stranu EOP prováděli Ing. Dostál z technického rozvoje a Ing. Tilgner z údržby. Na odlaďování provozu dispečerského trenažéru tak, aby jeho simulovaný provoz odpovídal skutečnému provozu, se v Etapě I. podílel z nepřetržitého provozu p. Vlček a po jeho odchodu do důchodu p. Richter, který garantuje i ladění v Etapě II.
- V současné době končí ladění Etapy II., již v plném rozsahu rozveden (včetně G4, G5, G6, linek 110 kV propojených do obastí Nový Bydžov – Káranice, Všestary, Hradec Králové – jih, Moravany – Choceň, Pardubice – sever), která bude uvedena do plného provozu v listopadu 2005 a bude již zcela totožná se současným stavem na elektrovelíně, včetně připojení panelu MOZAIKA pro náhradní buzení generátorů prostřednictvím analogových potenciometrů.

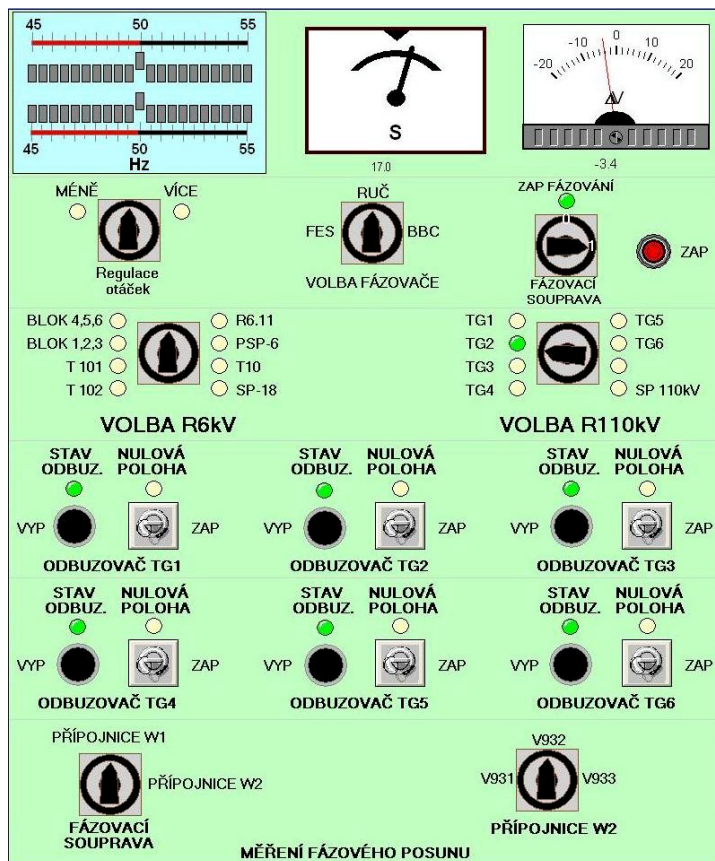
Kap.8. Závěr - Přínosy využití Dispečerského trenažéru rozveden v EOP

Výstavba a využívání dispečerského trenažéru je dalším z kroků ke komplexnímu zvýšení spolehlivosti a životnosti technologických zařízení a ke zvýšení ekonomické efektivity dosažené prostřednictvím zvýšení úrovně teoretických znalostí a praktických dovedností manipulantů-dispečerů. Jedná se zejména o dovednosti v takových stavech a režimech, které se za provozu vyskytují zřídka a tudíž bez trenažérového výcviku by manipulanté ztratili naučené „automatismy“ v těchto činnostech.

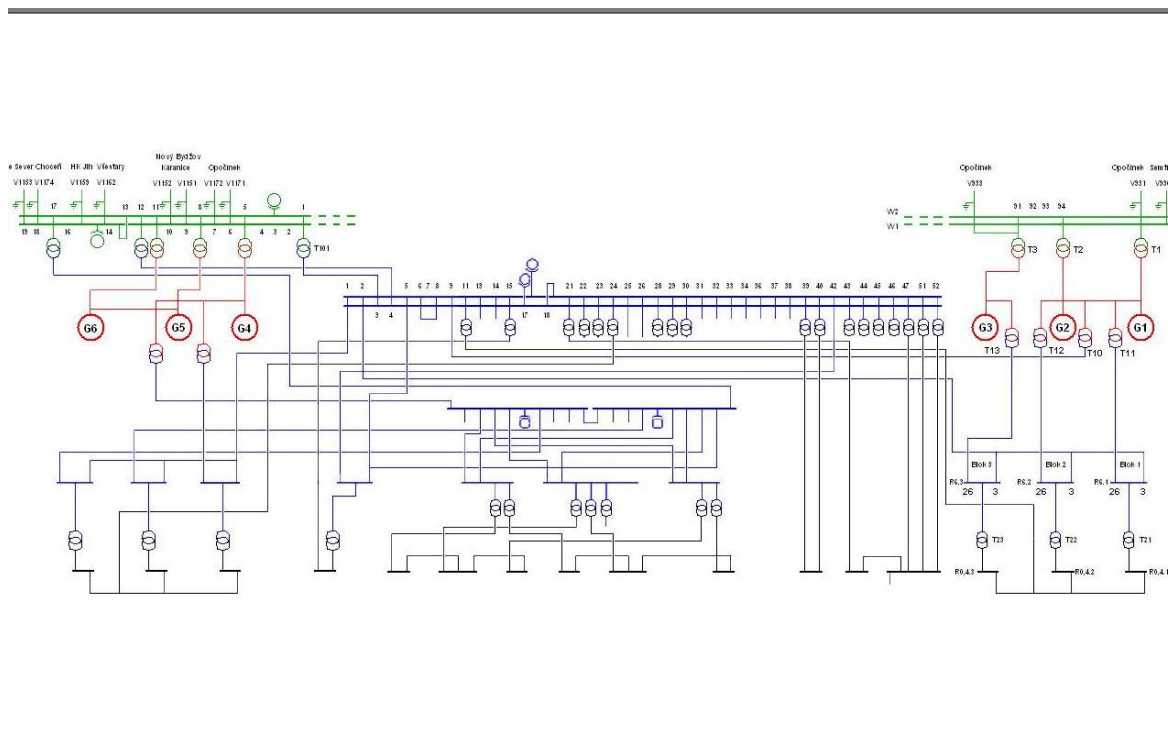
Podrobnější vyhodnocení efektů a přínosů plynoucích z využívání dispečerského trenažéru bude na základě dosažených zkušeností zpracováno na začátku příštího roku 2006.

Je však nepochybné, že procvičení mnoha jednodušších a především složitých provozních i nouzových situací na Trenažéru je těžko nahraditelné při běžném provozu na elektrovelíně.

Z hlediska použití prostředků firmy MathWorks pro výpočet a modelování MATLA-SIMULINK je jednoznačně průkazné, že jsou dostačující pro řešení náročného problému modelování a využití při vývoji simulačních trenažérů reálného času a to různých typů. V tomto smyslu mohou plně nahradit specifické SW prostředky, které byly vyvinuty společností zabývajícími se dodávkou simulačních trenažérů, včetně trenažérů jaderných elektráren. Takové prostředky jsou však několikanásobně dražší a neumožňují vyvinout a uvést do provozu trenažéry vhodné a investičně akceptovatelné pro trh v České republice, které jsou ve světě označovány jako Low Cost.



Obr.6 Emulace skříně fázování v InTouch



Obr.7 APEL schéma rozvoden v EOP emulované v InTouch