

UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN BUCURE TI
FACULTATEA ENERGETIC
DEPARTAMENTUL DE SISTEME ELECTROENERGETICE

Ing. Gabriel GHEORGHE

Conduc tor tiin ific: Prof.univ.dr.ing. Nicolae GOLOVANOV

**CRESTEREA EFICIENTEI PROTECTIILOR NUMERICE UTILIZÂND
TRANSFORMAREA WAVELET
INCREASING THE DIGITAL RELAY EFFICIENCY BY
WAVELET TRANSFORMATION**

Abstract:

Prezenta teză de doctorat are ca principal obiectiv analiza posibilității practice de utilizare a transformatei wavelet în concepția sistemelor electrice de protecție, în scopul simplificării obținerii informației necesare în timp real. Analiza efectuată asupra aplicării transformatei wavelet în sistemele electrice de putere a condus la următoarele concluzii practice: a) cea mai mare parte a aplicațiilor dezvoltate în acest domeniu folosesc informații furnizate de programe consacrate de analiză a regimurilor tranzitorii precum EMTP/ATP și programe specifice de utilizare a funcțiilor wavelet precum Wavelet Toolbox din Matlab; b) una dintre dezvoltările cele mai promițătoare în acest domeniu se situează în domeniul protecțiilor, pentru detecția și localizarea rapidă a defectelor; c) viitorul aplicațiilor teoriei wavelet în sistemele electrice de putere depinde de elaborarea unor noi modele pentru analiza regimurilor tranzitorii. Se tratează aspecte metodologice, tipurile uzuale de transformate wavelet și exemple de aplicare ale transformatei wavelet continue (CWT); în final se prezintă procesul sintezei semnalelor wavelet. Se studiază protecția pentru generarea distribuită, tehnicile de detecție a insularizării, metode propuse de autori consacrate și studii de sisteme pentru detecția insularizării folosind transformata wavelet. Se propune o metodă originală de stabilire a componentei secvenței negative pentru detectarea insularizării, precum și folosirea în același scop a impedanței secvenței negative. Se investighează infrastructura modernă de înregistrare a datelor de defect, scenariul analizei post-eveniment, tehnicile moderne de analiză a perturbațiilor, sistemele de analiză a erorilor și perturbațiilor. De asemenea, se prezintă tehnologiile și aplicațiile elaborate conform IEC 61850. Se studiază simularea magnetizării și a defectelor la un transformator de putere și aplicarea teoriei wavelet pentru realizarea unui releu diferențial.

Cuvinte cheie: transformata Wavelet, prelucrarea digitală a semnalelor, sistem automat de analiză post-eveniment și analiză a perturbațiilor, releu diferențial utilizând teoria wavelet.

The large-scale promotion of the renewable energy resources obliged all the electric power suppliers to refurbish the hydro power plants. The main problem generated by the energy supplied by the wind and the sun power stations is the frequency control of the national power network. The hydropower units are the only units, which can match the requirements of the UTCE by the aid of the high performance speed governors created in the last two decades. Two major improvements allowed this achievement: the new generation of two-stage high-speed industrial servovalves, and more reliable high-speed industrial computers. The most important progress in the last field is the development of the programmable field gate array technologies (FPGA). This thesis details the state of the art in the field of real-time simulation and hardware in the loop simulation (HiL) for electrohydraulic control systems. The performances of the control technology based on FPGA were identified and an original control algorithm based on this technology was used to design an original test bench for the speed governors suited for axial hydro power plants. The complex hydraulic test bench contains a real time PXI unit and a CompactRIO controller from National Instruments. The implementation of a governing structure based on the new technology was performed by dynamic identification, mathematical modeling and real time simulation of the hydraulic control systems used for actuating the wicket gates and the runner blades of an industrial turbine controlled by a speed governor patented by the research team of the Fluid Power Systems Laboratory of the U.P.B. The control structure of the new developed system allows the direct implementation of the control algorithm in the classic programmable structures as well as in the FPGA type structures. The new control hardware and software architecture developed in this thesis open new ways to improve the control and the communication systems for electrohydraulic speed governors in any type of hydraulic power plant.

Keywords: electrohydraulic control systems, real-time simulation, HiL simulation, virtual instrumentation, remote digital control systems, web interfaces, SCADA systems for power plants.