

1. Raziskovalna organizacija (*Research organisation*):

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

2. Ime in priimek mentorja (*Name and surname of a mentor*):

Igor Papič

3. Področje znanosti iz šifranta ARRS (*Primary research field*):

2.03.04
Tehnika/Energetika/Energetski postroji

4. Kontaktni e-naslov mentorja (*Contact of a mentor*):

igor.papic@fe.uni-lj.si

5. Kratek opis programa usposabljanja (*Short description of the program*):

SLO

Program usposabljanja mladega raziskovalca bo segal na tematsko področje obratovanja elektroenergetskih omrežij in se bo osredotočal na pametna distribucijska omrežja (t.i. 'Smart Grids'). V zadnjih letih namreč elektroenergetska omrežja doživljajo korenite spremembe predvsem zaradi naraščajočega deleža obnovljivih virov električne energije, ki so priključeni v distribucijsko omrežje (t.i. razpršeni viri, RV). Poleg tega se vse bolj verjeten zdi tudi scenarij znatnega povečanja števila električnih vozil (EV). Tako RV kot EV močno vplivajo na delovanje omrežij in zahtevajo ustrezno prilagoditev vodenja. Glavna tema usposabljanja mladega raziskovalca bo zato razvoj sistema vodenja omrežja, ki bo omogočal zlasti:

- vključevanje RV in EV v omrežja s čim manjšimi stroški zaradi potrebnih nadgradenj omrežja,
- razvoj sistemskih storitev, ki jih lahko RV in EV ponudijo udeležencem trga z električno energijo (operaterjem distribucijskih in prenosnih omrežij, bilančnim skupinam...).

Glavne komponente sistema vodenja omrežja bodo:

- ocenjevalnik stanja in algoritem za napovedovanje stanja omrežja,
- algoritem za regulacijo napetosti,
- algoritem za nudenje sistemskih storitev.

- Ocenjevalnik stanja in algoritem za napovedovanje stanja omrežja

Ocenjevalnik stanja omogoča izračun stanja omrežja v točkah, kjer meritve niso na voljo. Na osnovi ocene trenutnega stanja je mogoče definirati tudi meje obratovanja, znotraj katerih lahko RV in EV obratujejo in nudijo sistemske storitve. Algoritem za napovedovanje stanja omrežja omogoča oceno prihodnjega stanja v omrežju (kratkoročno napovedovanje). Ta algoritem omogoča izračun trajanja določene sistemske storitve. Ocenjevalnik stanja in algoritem za napovedovanje stanja omrežja bosta delovala na osnovi analize zgodovinskih podatkov iz omrežja, trenutnih izmerjenih vrednosti in drugih virov (vremenski podatki).

- Algoritem za regulacijo napetosti

V normalnih obratovalnih razmerah morajo biti napetosti v omrežju znotraj določenih meja. Klasična regulacija napetosti se izvaja s pomočjo VN/SN regulacijskega transformatorja z meritvami napetosti v eni točki omrežja. SN/NN transformatorji so navadno opremljeni s fiksnimi odcepi, ki se jih ne da

preklapljati pod obremenitvijo. Prenosno in distribucijsko omrežje sta z vidika regulacije napetosti ločena. V okviru usposabljanja bo razvit regulacijski algoritem napetosti; definirana bo struktura algoritma, določena bo hierarhija komponent sistema in podane bodo zahteve za visoko zanesljivost delovanja. Regulacijski algoritem bo vključeval podsistema za regulacijo napetosti na SN in na NN nivoju ter sistem za koordinirano regulacijo napetosti med več napetostnimi nivoji. Algoritem za regulacijo napetosti bo omogočil boljšo izrabo omrežne infrastrukture in bo tvoril osnovo za razvoj sistemskih storitev.

- Sistem za nudenje sistemskih storitev

Algoritem za regulacijo napetosti mora vzdrževati omrežne napetosti znotraj določenih mej. Znotraj teh mej imajo uporabniki omrežja (RV, EV) na voljo določeno fleksibilnost glede obratovanja, kar lahko ponudijo kot storitev za udeležence trga z električno energijo.

ANG

The educational program of the junior researcher will be in the field of electricity network operation and will be focused on the thematic area of smart distribution networks (Smart Grids). Namely, the electrical power system is changing substantially in the last years, which is especially due to the rising share of distributed (renewable) generation (DG). Moreover, it seems that electricity networks will soon face also the proliferation of electrical vehicles (EV's). DG and EV's have a large impact on network operation and require an adaptation of network control. The main topic of the junior researcher program will be the development of a network control system, which will enable:

- cost-effective integration of DG and EV's and,
- the development of ancillary services offered by DG and EV's to market participants (DSO's, TSO's, balancing groups ...).

The main components of the network control system will be:

- network state-estimation and forecast algorithm,
- voltage control algorithm,
- ancillary services provision.

- Network state estimation and forecast

The network state estimator enables to calculate network conditions for the nodes where measurements are not available. Based on the state estimator the operational margin that is available for ancillary services is calculated. The network forecast algorithm enables to assess future network conditions (short-term). The output of the forecast algorithm is also the forecasted value of the operational margin. This allows calculating the possible duration of an ancillary service. The network-state estimation and forecast algorithms will operate based on the historical measurement data from the network, online data and other sources (weather data).

- Voltage control algorithm

In normal network operating conditions voltage levels have to be within the specified limits. Classical voltage control is performed by an on-load tap-changing (OLTC) HV/MV transformer with measurements in one network point (at transformer busbars). The MV/LV transformers are usually equipped with fixed taps that can be changed manually in no-load conditions. The transmission and distribution network are decoupled if viewed from the system-control perspective. The control algorithms for voltage control will be outlined in terms of structure, hierarchy and operational security. The voltage control algorithm will include the MV-level control algorithm, the LV-level control algorithm and the algorithm for coordination between voltage levels. The proposed voltage-control system will allow for better utilization of the existing network infrastructure and form the basis for the development of ancillary services.

- Ancillary services

The voltage-control system has to maintain the voltage within defined boundaries. Within these boundaries some flexibility is available that can be offered as an ancillary service for electricity market participants.