

# Definice výkonů v elektrické síti a jejich praktická implementace

## Abstract

The work focuses on various definitions of electric powers. Basic definitions from the standard IEEE 1459-2010 are covered, as well as the CPC theory and some instantaneous reactive power concepts (namely  $p$ - $q$ ,  $p$ - $q$ - $r$  and Generalised Instantaneous Reactive Power theory).

The definitions are implemented and tested on real measured data. Outcome of the work are analysed powers. These powers can be easily visualised via scripts devised for the graphical output creation. Created analytical tools can find their use in power quality solutions, provided by KMB systems.

## Úvod

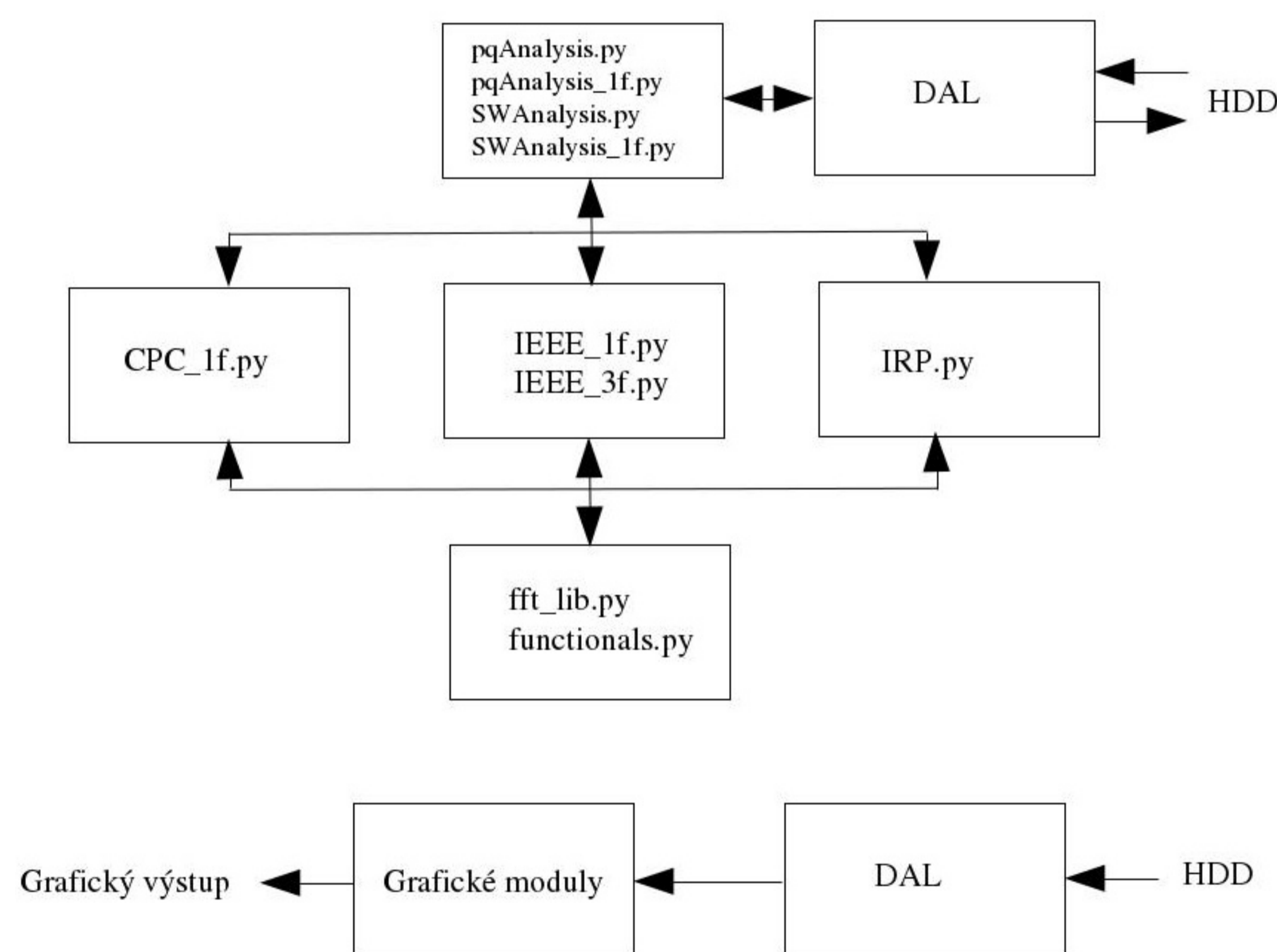
Výkonové teorie jsou nezbytný nástroj k porozumění dějů uvnitř elektrických obvodů a k optimalizaci toku výkonu v rozvodné síti.

Nestandardní podmínky zahrnují:

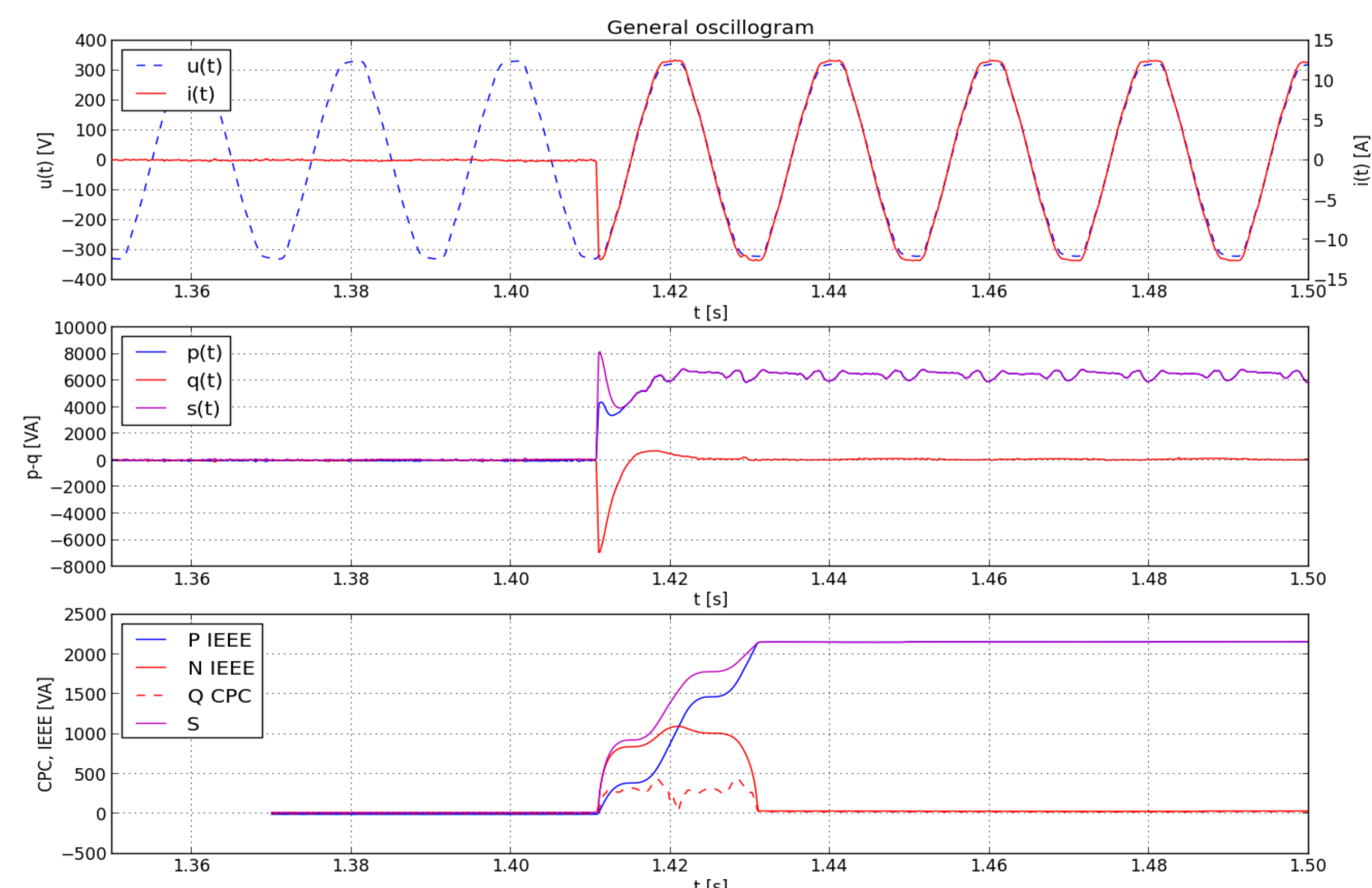
- nesymetrické napětí a/nebo nesymetricky rozložená zátěž
- harmonické zkreslení
- nedokonale kompenzovaná zátěž

Implementované nástroje umožňují:

- nakládání s reálně naměřenými daty
- offline analýzu podle pěti různých teorií
- analýza 1 fáze / 3 fáze
- grafický výstup



Obr.1: Struktura vytvořených skriptů a jejich funkce



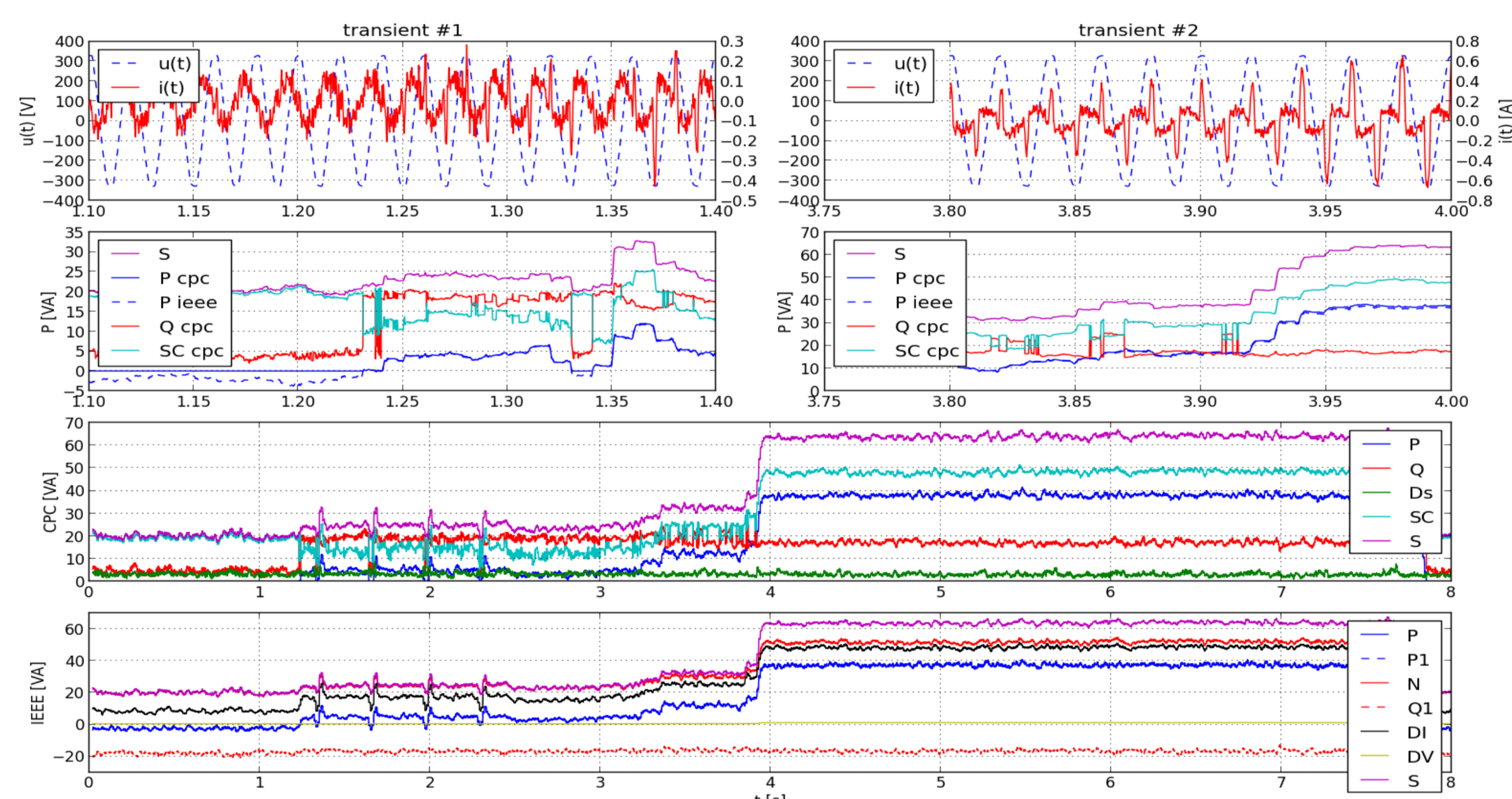
Obr.2: Skoková analýza - sepnutí rychlovarné konvice

## Analýza

Analýza je dvojího typu. U teorií okamžitého výkonu je výsledkem funkce přímo závislá na čase (IRP – Instantaneous Reactive Power). U definic užívajících FFT je třeba výpočty provádět vždy v okénku o délce 1 fundamentální periody (SWA – Sliding Window Analysis).

Implementované teorie zahrnují:

- standard IEEE 1459-2010 (SWA, 1f / 3f)
- Current's Physical Components Theory (SWA, 1f)
- $p$ - $q$  teorie (IRP, 1f / 3f)
- $p$ - $q$ - $r$  teorie (IRP, 3f)
- Zobecněná teorie okamžitého jalového výkonu (IRP, 3f)



Obr. 3: Analýza sepnutí PC monitoru podle IEEE a CPC

## Závěr

Jádem práce bylo praktické naimplementování těchto definic tak, aby bylo možné je aplikovat na reálně naměřená data. Dále byly tyto implementace testovány a aplikovány na reálných datech. Tato data pokrývají především měření různých přechodových jevů, vzniklých spouštěním spotřebiče, jednak ustálených stavů. Byla provedena měření jak samostatně běžících spotřebičů, tak na větších síťových obvodech, kde je kromě analyzovaného spotřebiče jisté šumové pozadí. Na takto získaných datech byla provedena analýza. Výsledky analýzy mají vypovídací hodnotu nejen o spotřebiči samotném, ale také o funkci jednotlivých teorií.

## Literatura

- [1] Akagi H., Kanazawa Y., Nabae A.: *Generalized Theory of the Instantaneous Reactive Power in Three-Phase Circuits*, International Power Electronics Conference, Japonsko, 1983
- [2] IEEE Power and Energy Society, *IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions*, 2010
- [3] Czarnecki, L. S.: *Current's Physical Components (CPC) Concept: a Fundamental of Power Theory*, Louisiana State University, 2008
- [4] Kukačka L., Kraus J., Bubla V., Štěpán P.: *CPC and IEEE Power Theory - Application for Offline Waveform Data Analysis*, 22nd International Conference on Electricity Distribution, CIRED Stockholm 2013

Autor: Bc. Leoš Kukačka  
Email: leos.kukacka@tul.cz  
Tel.: +420 777 841 066



## Poděkování

Tato práce byla podpořena z projektu Studentské grantové soutěže (SGS) na Technické univerzitě v Liberci v roce 2013.