

Etapa 3:  
Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

---

## **RAPORT TIINȚIFIC ȘI TEHNIC**

### **Titlul proiectului**

**SISTEM ADAPTIV PENTRU ASIGURAREA CALITĂȚII ENERGIEI, PRIN CORECTAREA PARAMETRILOR ELECTRICI AI REȚELELOR DE JOAS TENSIUNE, INTEGRABIL ÎN REȚELELE SMART GRID - (SAMGRID).**

### **Etapa 3**

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului.  
Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate.  
Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului

### **REZUMAT**

Cercetările aferente etapei 3/2016 și-au propus abordarea activităților cuprinse în planul de realizare care să conducă la execuția unui sistem de corecție a parametrilor rețelelor de joasă tensiune în conformitate cu cerințele de calitate a energiei electrice. Au fost elaborate: referențialul inițial (specificația tehnică) în vederea realizării și experimentării modelului, proiectul software achiziționate și software de comunicație și vizualizare date în vederea elaborării în etapa 4/2017 a software-ului de aplicație, simularea sistemului proiectat și completarea proiectului cu elemente de automatizare care să permită testarea facilă a modelului, și a fost finalizată realizarea fizică a modelului. În cadrul activității de diseminare a rezultatelor, prin publicații în reviste cotate și participarea la manifestări științifice de prestigiu au fost elaborate lucrări prezentate la manifestările specificate în descrierea științifică și tehnică.

Etapa de cercetare parcursă a fost realizată integral și permite trecerea la următoarea etapă destinată experimentării, demonstrării funcționalității modelului și diseminării rezultatelor obținute.

Etapă 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

## DESCRIEREA TIINȚIFIC ȘI TEHNIC

### Activitatea 3.1. Elaborarea referențialului inițial (specificație tehnic).

Sistemul adaptiv pentru asigurarea calității energiei dezvoltat în cadrul acestui proiect asigură corectarea parametrilor electrici ai unei rețele de joasă tensiune ce conține consumatori sensibili și consumatori perturbatori.

Conform [1], UPQC este considerat în prezent cea mai atractivă structură pentru realizarea unui echipament de compensare a perturbațiilor electromagnetice întâlnite frecvent în rețelele de distribuție a energiei electrice. Având în vedere obiectivele propuse, va fi realizat experimental un sistem adaptiv de îmbunătățire a calității energiei în rețelele de JT ce are ca element fundamental un echipament de tip UPQC. În urma cercetărilor efectuate, s-a stabilit arhitectura prezentată în Fig.1.1

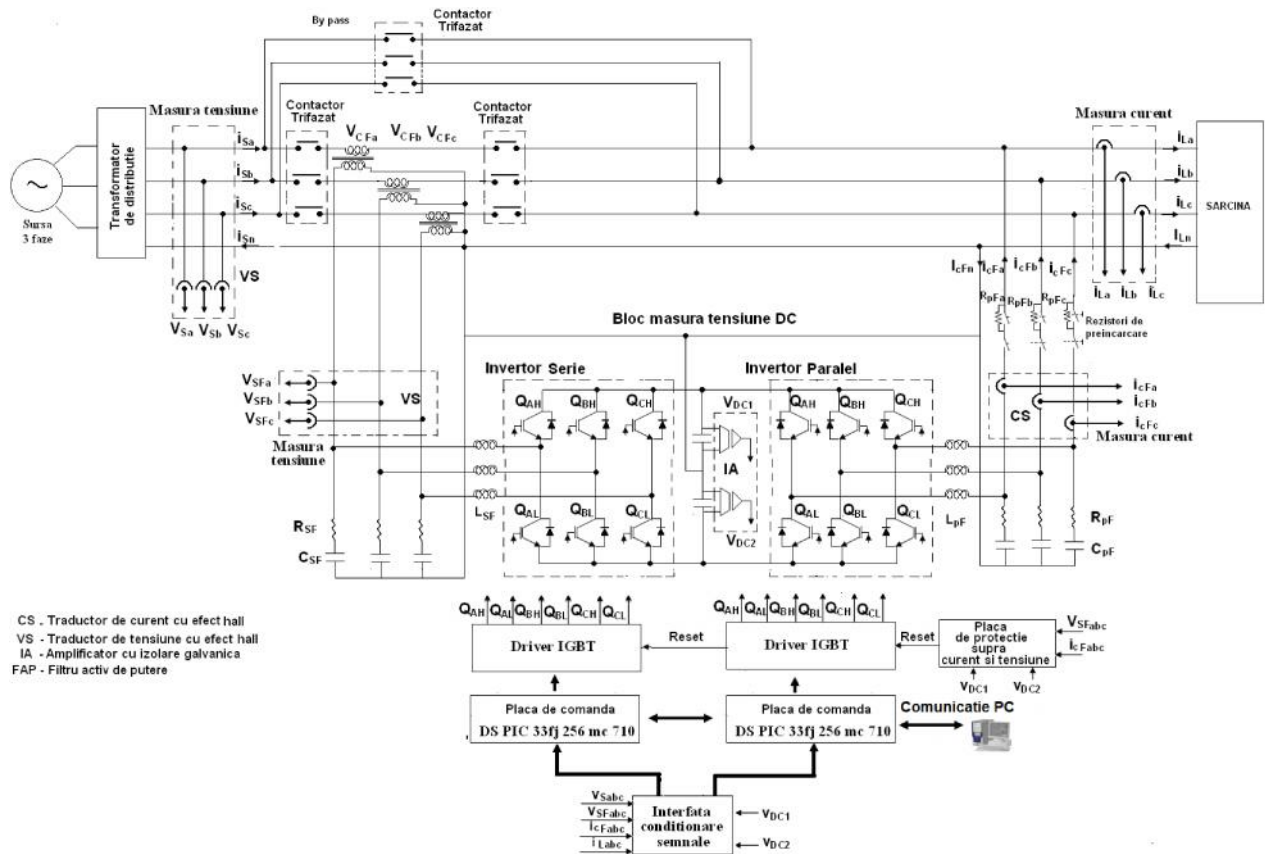


Fig. 1.1. Arhitectura modelului realizat

așa cum se observă, structura hardware a sistemului propus conține următoarele elemente:

- UPQC-R;

Soluția aleasă este un echipament de tip UPQC-R format din două invertoare de tip VSI, interconectate printr-un circuit comun de tensiune continuă, legate la cele trei faze ale rețelei electrice. Racordarea este directă, pentru inverterul paralel, respectiv prin trei transformatoare monofazate, în cazul inverterului serie. Pentru compensarea curentului prin conductorul de nul se folosește soluția cu circuit divizat de tensiune continuă; concret, ultimul este format din două condensatoare identice, nodul dintre acestea fiind legat la al patrulea conductor al rețelei de distribuție.

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

- Contactoare trifazate pentru conectarea/deconectarea UPQC la rețeaua de distribuție de JT;
- Sisteme de transformatoare pentru măsurarea măsurimilor de interes: tensiunile rețelei, tensiunile de ieșire ale filtrului activ serie, tensiunea din circuitul intermediar și tensiunile pe cele două condensatoare ce formează acest circuit, curenții de linie și nul în rețeaua de distribuție și curenții generați de filtrul activ paralel;
- Sistemele de comandă și control necesare funcționării corespunzătoare a sistemului adaptiv.

Principial, sistemul de control al echipamentului adaptiv propus are în componență: blocul de management al funcționării, controlul inverterului paralel și controlul inverterului serie. Acestora li se adaugă transformatoare de tensiune pentru măsurarea tensiunilor de fază de la ieșirea inverterului serie, a tensiunilor de fază în rețeaua trifazată de distribuție, a tensiunilor pe condensatoarele din circuitul intermediar, respectiv transformatoare de curenți pentru măsurarea curenților absorbiți de consumatorii neliniari și a curenților generați de către filtrul activ paralel.

Blocul de management al funcționării are rolul de a determina modul de funcționare al sistemului adaptiv, în funcție de nivelul tensiunii din rețeaua electrică de distribuție. Practic, au fost alese următoarele moduri de funcționare:

- *regim normal*: este modul uzual de funcționare, caracterizat printr-o valoare a tensiunii rețelei de  $U_n \pm 10\%$ ;
- *regimul de gol sau creșterea de tensiune*: atunci când tensiunea rețelei are valori între 0,3 și 0,9 p.u. sau valori mai mari de 1,1 p.u.;

În *regimul normal* de funcționare tensiunea rețelei este practic sinusoidală, cu o valoare efectivă acceptabilă, sistemul tensiunilor de alimentare fiind practic simetric; ca urmare, inverterul serie (denumit și DVR) nu intervine în funcționarea sistemului energetic. Dacă însă sistemul de tensiuni în PCC nu satisface aceste condiții, DVR injectează în rețea un set de tensiuni astfel calculate încât să elimine efectele perturbației existente. În toate regimurile de funcționare, inverterul furnizează puterea reactivă necesară sarcinii (pe fundamental) și absoarbe armonicile de curenți generate de utilizator (asigurând în acest fel și compensarea armonicilor de tensiune la barele acestuia).

În *regimul de gol sau creșterea de tensiune* inverterul serie injectează /absoarbe în/din rețea o tensiune de compensare cu scopul de a menține constantă tensiunea la bornele sarcinii. În cazul unui gol de tensiune, puterea injectată va fi pozitivă, fapt ce înseamnă că inverterul serie furnizează o parte din puterea activă a sarcinii. Această putere este însă absorbită tot din rețea (prin intermediul inverterului serie), astfel încât curentul de linie depășește valoarea nominală pentru a asigura bilanțul puterilor în rețea și menținerea tensiunii din circuitul intermediar la valoarea dorită. În aceste condiții, sarcinii li se furnizează puterea activă necesară chiar și în condițiile golului de tensiune. Inverterul îndeplinește suplimentar aceleași funcții ca și în regimul normal.

La apariția unei creșteri de tensiune DVR absoarbe o anumită cantitate de putere activă. Deoarece tensiunea rețelei depășește valoarea normată, este posibil ca tensiunea din circuitul intermediar să devină prea mare. Pentru a o menține la valoarea impusă, sistemul de control al inverterului paralel reduce curentul absorbit din rețea, fapt echivalent cu a spune că UPQC injectează în sistemul de alimentare o anumită cantitate de putere activă.

Având în vedere obiectivele proiectului de cercetare, în continuare vor fi indicate doar nivelurile pe care trebuie să le asigure echipamentul de compensare proiectat.

## **Caracteristici ale tensiunilor de alimentare în rețelele de joasă tensiune**

### **a. Amplitudinea tensiunii de alimentare**

Tensiunea nominală standard  $U_n$  pentru rețelele publice de joasă tensiune este:

- pentru sistemele trifazate cu 4 conductoare:  $U_n = 230$  V între faze și conductorul neutru.

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

**b. Variații ale tensiunii de alimentare**

Pe durata întregului interval de funcționare, și în orice punct de amplasare a UPQC, valorile tensiunii de alimentare trebuie să fie în domeniul  $U_n \pm 10\%$ .

**c. Variații rapide ale tensiunii**

Echipamentul trebuie să compenseze variații rapide ale tensiunii de alimentare de cel mult 5%  $U_n$ .

**d. Nesimetria tensiunii de alimentare**

Pe durata întregului interval de funcționare, și în orice punct de amplasare a UPQC, valorile factorului de nesimetrie negativ al sistemului tensiunilor de alimentare, definit ca raport dintre valorile efective ale componentei de secvență negativ pe faz (fundamental) și cele ale componentei de secvență pozitiv pe faz (fundamental) trebuie limitate la 2%.

**e. Tensiuni armonice**

Valorile efective ale fiecărei armonice individuale de tensiune trebuie să fie mai mici sau egale cu valorile indicate în Tabelul 1. În plus, valoarea THD a tensiunii de alimentare (incluzând toate armonicile până la rangul 40) trebuie să fie mai mică sau egală cu 8%.

**Tabelul 1** – Valorile armonicilor individuale de tensiune la bornele de alimentare pentru ranguri până la 25, în procente față de tensiunea fundamentală  $U_1$

Armonice impare				Armonice pare	
Nu sunt multipli de 3		Multipli de 3			
Rang $h$	Amplitudine relativ $u_h$	Rang $h$	Amplitudine relativ $u_h$	Rang $h$	Amplitudine relativ $u_h$
5	6,0 %	3	5,0 %	2	2,0 %
7	5,0 %	9	1,5 %	4	1,0 %
11	3,5 %	15	0,5 %	6 ... 24	0,5 %
13	3,0 %	21	0,5 %		
17	2,0 %				
19	1,5 %				
23	1,5 %				
25	1,5 %				

NOT – Nu sunt prevăzute valori pentru armonice de rang mai mare de 25 care, în general, sunt mici și foarte impredictibile din cauza efectelor de rezonanță.

**f. Goluri de tensiune**

UPQC trebuie să compenseze goluri monofazate cu o amplitudine de 70% din tensiunea nominală a rețelei (considerată tensiune de referință), respectiv goluri trifazate simetrice cu o amplitudine de 50%; pe de altă parte, durata golului poate fi de cel mult 180 ms pentru golul monofazat și 90 ms pentru golul trifazat. La determinarea valorii reziduale a tensiunii de fază se admite un histererezis de 2%; aceeași abatere este admisă în cazul întreruperilor în alimentare, respectiv al creșterilor de tensiune.

**g. Creșteri de tensiune**

Creșterea de tensiune presupune depășirea valorii de 110% din tensiunea de referință. Echipamentul trebuie să compenseze creșteri de tensiune între 110 și 120% din tensiunea de referință și o durată

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

de 230 ms dacă creșterea are loc doar pe o fază, respectiv 100 ms la o creștere a tensiunii pe toate cele trei faze ale rețelei

### Caracteristici ale curenților de sarcină

Pentru rețelele în care se utilizează echipamentul realizat, valorile efective ale fiecărei armonice individuale de curent trebuie să fie mai mici sau egale cu valorile indicate în Tabelul 2. În plus, valoarea factorului de distorsiune al curentului de sarcină trebuie să fie mai mic sau egal cu 5%.

**Tabelul 2** – Niveluri recomandate ale valorilor maxime admise pentru curenții electrici armonici din rețelele de JT, în procente față de fundamentală

$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$h \geq 35$
4	2	1,5	0,6	0,3

Not : Armonicile pare sunt limitate la 25% din valorile limitate ale armonicelor impare

### Performanțe impuse

Echipamentul trebuie să asigure alimentarea utilizatorilor cu un sistem practic simetric de tensiuni sinusoidale și circulația unui sistem practic simetric de curenți sinusoidali, cele două sisteme de măriri fiind în fază în PCC. În aceste condiții trebuie realizate următoarele performanțe:

- pe durata întregului interval de funcționare, și în orice punct de amplasare a UPQC, valorile tensiunii de alimentare trebuie să fie în domeniul  $U_n \pm 10\%$ , considerând  $U_n = 230$  V între faze și conductorul neutru;
- compensarea variațiilor rapide ale tensiunii de alimentare de cel mult 5%  $U_n$ ;
- compensarea nesimetriei tensiunii de alimentare astfel încât pe durata întregului interval de funcționare, și în orice punct de amplasare a UPQC, valorile factorului de nesimetrie negativ al sistemului tensiunilor de alimentare să fie limitate la 2%;
- limitarea valorilor efective ale fiecărei armonice individuale de tensiune la valorile indicate de normative și a valorii distorsiunii totale a tensiunii de alimentare (incluzând toate armonicile până la rangul 40) la 8%;
- compensarea golurilor monofazate cu amplitudinea de 70% și durata de 180 ms, respectiv a golurilor trifazate cu amplitudinea de 50% și durata de 90 ms;
- compensarea creșterilor de tensiune cu amplitudine de 10% pentru o durată de 230 ms dacă fenomenul se manifestă pe o singură fază, respectiv 100 ms dacă creșterea de tensiune apare pe toate fazele rețelei de alimentare;
- compensarea întreruperilor scurte;
- limitarea valorilor efective ale fiecărei armonice individuale de curent la valorile indicate de normative și a valorii distorsiunii totale a curentului din rețea la 5%;
- compensarea nesimetriei curenților de sarcină;
- furnizarea întregii puteri reactive cerute de sarcină.

Standarde și Norme	
Calitatea energiei	EN 50160
Compatibilitate electromagnetică	CEI 61000
Execuție și încadrare în rețeaua de distribuție	Normativul I7
Caracteristici de mediu	
Calitatea mediului la locul de montare	Nivel de poluare 2
Temperatura de funcționare	-20°C la +50°C
Altitudine maximă la locul de montare	2000 m

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

Umiditate	<95 %, fără condensare
Zgomot	< 75 dB la 1 m
<b>Protecție echipament (produs final)</b>	
Gradul de protecție al echipamentului față de mediul ambiant	IP54
Protecția personalului	Conform I7
Material carcas	Oțel electro-galvanizat
Acces	Securizat

**Activitatea 3.2. Elaborare proiect software achiziție date și software comunicație și vizualizare date.**

Algoritmul de lucru al filtrului activ serie (FAS) este prezentat în Fig.2.1.

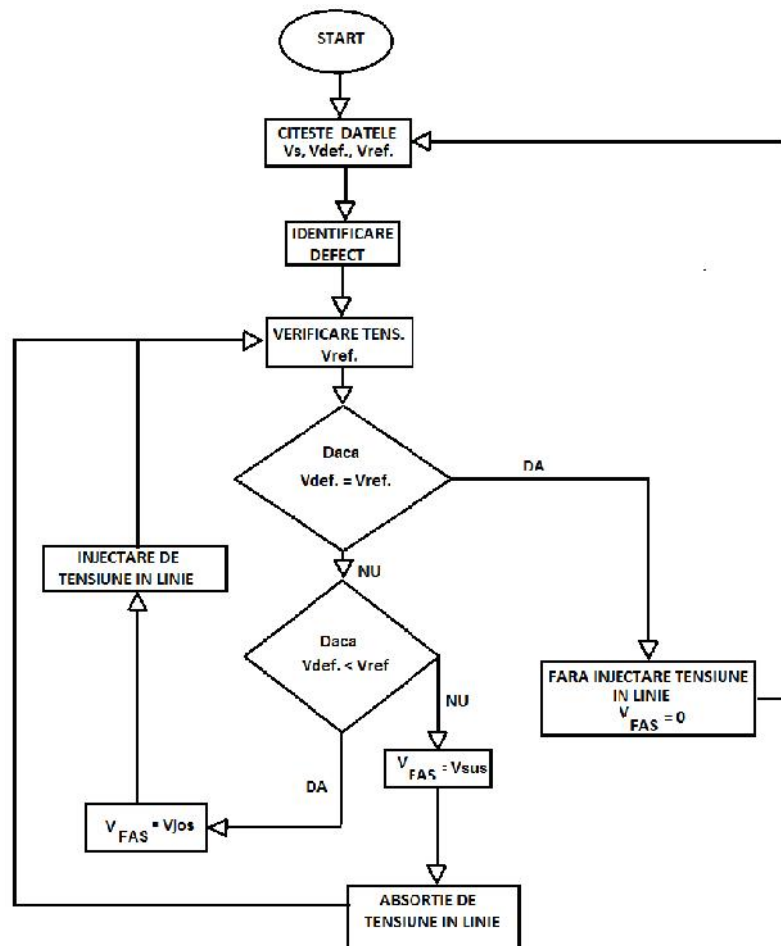


Fig.2.1. Algoritmul de lucru al filtrului activ serie (FAS)

Legend :

- $V_s$  – tensiunea de alimentare
- $V_{ref}$  – tensiunea de sarcină dorită
- $V_{FAS}$  – tensiunea generată de filtrul activ serie
- $V_{jos}$  – tensiune de defect, sub tensiunea de sarcină dorită
- $V_{sus}$  – tensiunea de defect, peste tensiunea de sarcină dorită
- $V_{def}$  – tensiunea în timpul defectului

Etapa 3:  
Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

Algoritmul de lucru al filtrului activ paralel (FAP) este prezentat în Fig.2.2.

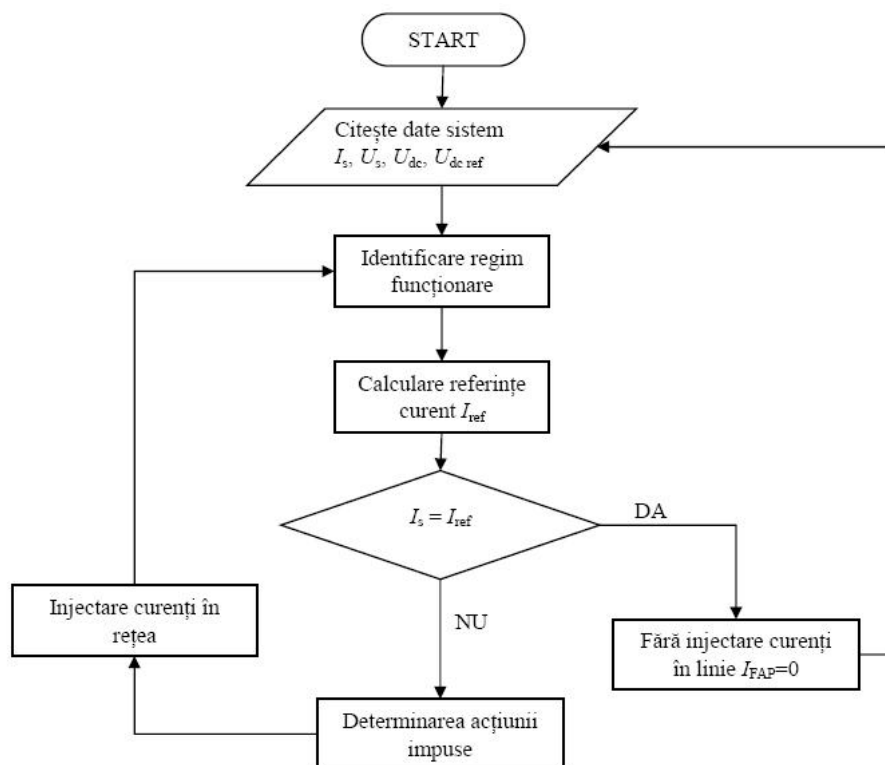


Fig.2.2. Algoritmul de lucru al filtrului activ paralel (FAP)

Legend :

$I_s$  – sistem curenți sarcină  
 $U_s$  – sistem tensiuni alimentare  
 $U_{dc}$  – tensiunea pe condensatorul din circuitul intermediar  
 $U_{dc\ ref}$  – tensiunea de referință pentru condensator  
 $I_{ref}$  – referința pentru curenții de sarcină  
 $I_{FAP}$  – curenți generați de filtrul activ paralel

Microcontrolerul care execută algoritmi este un controler pe 16 biți cu un ciclu de execuție de 25ns. Bucla continuă de control se execută la o perioadă de 100 us. Modulul de achiziție analogic-digital este pe 10 biți. Măsurile achiziționate sunt convertite în PU(-32767 la 32767).

Module software implementate în algoritmul de achiziție-control:

1. ReadAdc – achiziție măsurimi analogice  $U_a, U_b, U_c, U_{la}, U_{lb}, U_{lc}, V_{dc1}, V_{dc2}$ , cu o frecvență de 10Khz
2. 3\_phasePLL – măsurimi de intrare  $U_a, U_b, U_c$  și măsurimi de ieșire frecvență,  $\omega t, \sin(\omega t), \cos(\omega t)$
3. abc\_to\_dq0 – măsurimi de intrare  $U_a, U_b, U_c, \sin(\omega t), \cos(\omega t)$  și măsurimi de ieșire  $V_d, V_q, V_0$
4. dq0\_to\_abc - măsurimi de intrare  $V_d, V_q, V_0, \sin(\omega t), \cos(\omega t)$  și măsurimi de ieșire  $U_{ap}, U_{bp}, U_{cp}$
5. pwm\_generator – măsurimi de intrare  $U_{ap}, U_{bp}, U_{cp}, U_{la}, U_{lb}, U_{lc}$  și măsurimi de ieșire PWM1, PWM2, PWM3
6. PI – măsurimi de intrare Ref, Fdb și măsurimi de ieșire PI\_out

1. ReadAdc

Start

Sample and hold AN0, AN1, AN2, AN3, AN4, AN5, AN6, AN7

Conversie AN0 to  $U_a$

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

---

Conversie AN1 to Ub  
Conversie AN2 to Uc  
Conversie AN3 to U1a  
Conversie AN4 to U1b  
Conversie AN5 to U1c  
Conversie AN6 to Vdc1  
Conversie AN7 to Vdc2  
Stop

2. 3\_phasePLL  
Start  
Executa abc\_to\_dq0  
Filtreaza Vq in n pasi  
Frecv = Vqfiltrat+f0  
Calculeaza wt  
Calculeaza sin(wt)  
Calculeaza cos(wt)  
Stop

3. abc\_to\_dq0  
Start  
 $V_0 = 1/3(U_a+U_b+U_c)$   
 $V_d = U_a \cdot \cos(wt) + U_a \cdot \sin(wt) / \sqrt{3} + 2 \cdot U_b \cdot \sin(wt) / \sqrt{3}$   
 $V_q = U_a \cdot \cos(wt) / \sqrt{3} + 2 \cdot U_b \cdot \cos(wt) / \sqrt{3} - U_a \cdot \sin(wt)$   
Stop

4. dq0\_to\_abc  
Start  
 $U_{ap} = V_d \cdot \sin(wt) + V_q \cdot \cos(wt) + V_0$   
 $U_{bp} = V_d \cdot \sin(wt - 2\pi/3) + V_q \cdot \cos(wt - 2\pi/3) + V_0$   
 $U_{cp} = V_d \cdot \sin(wt + 2\pi/3) + V_q \cdot \cos(wt + 2\pi/3) + V_0$   
Stop

5. pwm\_generator  
Start  
PI(Uap,Ua)  
PWM1 = PIout\*Umax/perioada  
PI(Ubp,Ub)  
PWM2 = PIout\*Umax/perioada  
PI(Ucp,Uc)  
PWM1 = PIout\*Umax/perioada  
Stop

### Activitatea 3.3. Simularea sistemului proiectat și corectarea proiectului.

Schema completă pentru simularea UPQC este cea din Fig. 3.1.

Pornirea simulării se realizează cu contactoarele KS1-3 (în paralel cu secundarele transformatoarelor din componența filtrului serie) închise și K3 (contactorul de alimentare a sarcinii) deschis. Aceste stări sunt necesare pentru asigurarea condițiilor pentru încărcarea condensatoarelor din circuitul intermediar al filtrului.

Etaapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.

Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

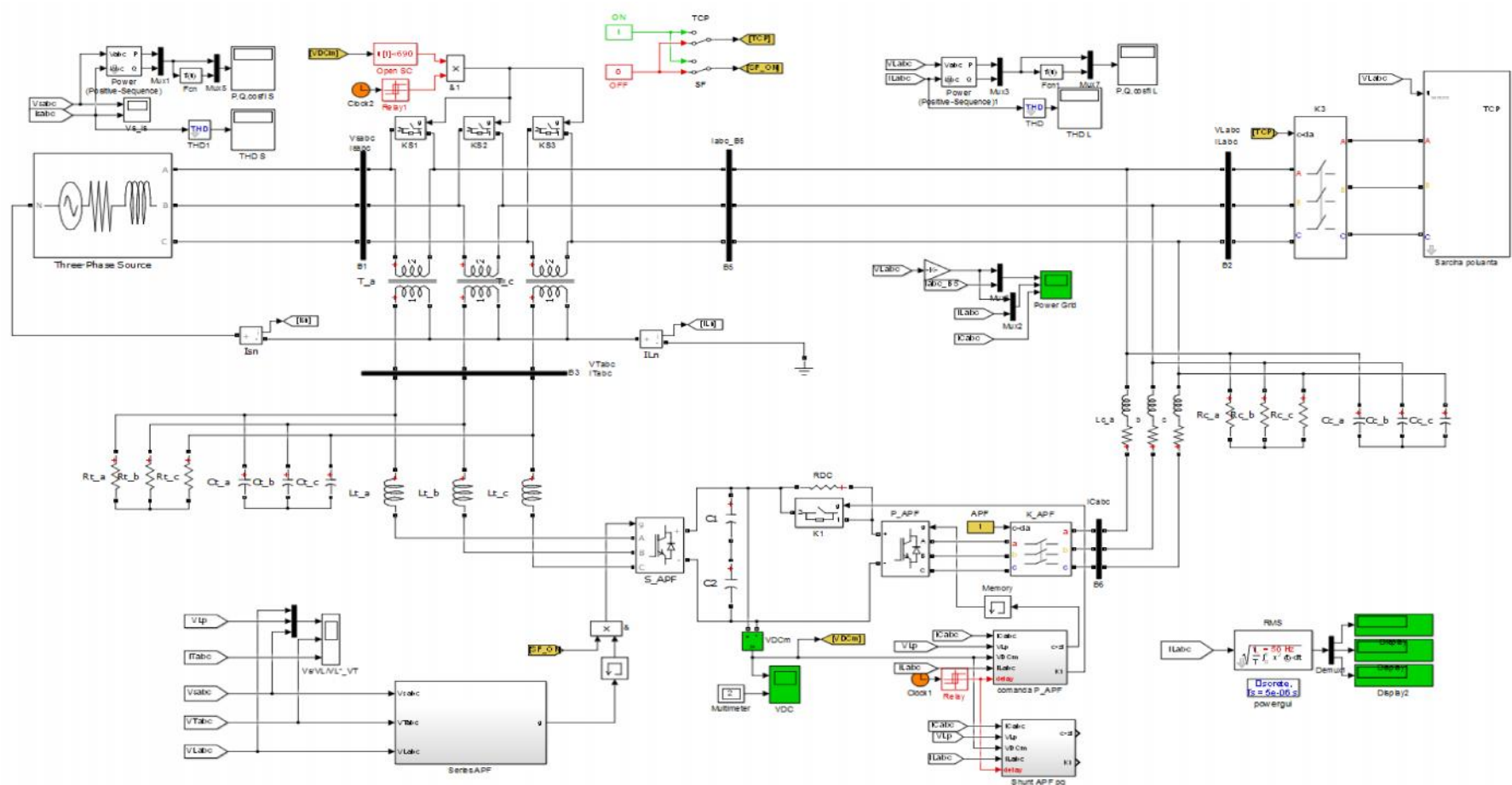


Fig.3.1 Schema completă pentru simularea UPQC

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

Încărcarea condensatoarelor din circuitul intermediar se face în trei etape:

- În prima etapă, pentru limitarea curentului de încărcare, contactorul K1 (de scurtcircuitare a rezistenței RDC) este deschis. Când tensiunea pe condensatoare atinge valoarea de 480 V, începe etapa a doua;
- În etapa a doua, condensatoarele continuă să se încarce direct, fără a fi comandate elementele din filtrul paralel. Această etapă continuă până când tensiunea pe condensatoare atinge valoarea de 525 V. Cele două praguri (480 V, respectiv 525 V) au fost setate prin teste, pentru asigurarea unui regim dinamic de încărcare rezonabil. Ele pot fi setate la valori diferite.
- În etapa a treia, tranzistoarele filtrului paralel încep să fie comandate. Comenzile sunt rezultatul sistemului de comandă din Fig.3.2. Valorile prescrise (700 V) și mărimea surtăle tensiunii pe condensatoare se aplică unui regulator de tip PI ( $k_p = 0,1$ ;  $k_i = 0,1$ ; saturație 50). Rezultatul regulatorului are semnificația amplitudinii curentilor prescriși ai filtrului paralel. Valorile instantanee prescrise ale curentilor pe cele trei faze se obțin prin înmulțirea cu sinusoidale unitare ale tensiunilor prescrise la bornele sarcinii. Cei trei curenti reprezintă valori prescrise, considerate cu semnul minus, Fig.3.2 (sensul convențional pozitiv al curentului filtrului paralel este cel pentru care inverterul este sursă; pentru încărcarea condensatorului, inverterul este sarcină). Acestea se aplică blocului Modulator, care este un simplu modulator cu histerezis (banda considerată 0,5 A). În urma comparării valorilor prescrise cu cele măsurate rezultă comenzile tranzistoarelor filtrului paralel.

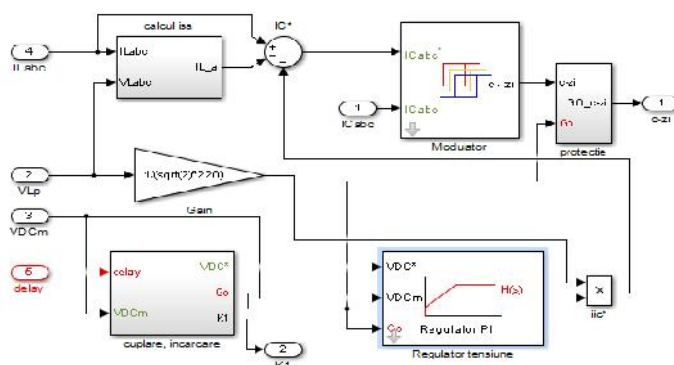


Fig. 3.2. Comanda tranzistoarelor filtrului paralel

În Fig.3.3 este ilustrată evoluția tensiunii pe condensatoarele din circuitul intermediar pe durata procesului de încărcare (tensiunea totală, respectiv pe fiecare din cele două condensatoare).

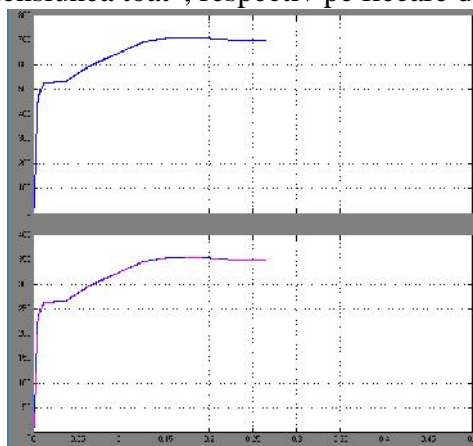


Fig.3.3. Tensiunea pe condensatoarele din circuitul DC pe durata pornirii

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

În Fig.3.4 sunt curenții filtrului paralel pe durata pornirii. Se observă cele trei etape: primele aproximativ 10 ms încărcarea cu rezistența RDC în circuit, continuarea încărcării libere cu rezistența scurtcircuitată până la aproximativ 35 ms, respectiv pornirea filtrului paralel și încărcarea până la 700 V, atins la aproximativ 180 ms.

Contactoarele KS1-3 (în paralel cu secundarele transformatoarelor din componența filtrului serie) sunt automat deschise după 200 ms, dacă tensiunea DC a atins valoarea de 690V.

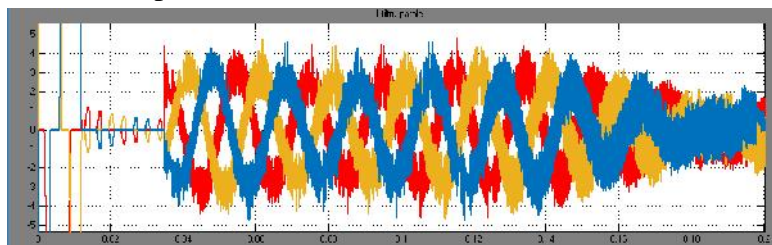


Fig. 3.4. Curenții filtrului paralel pe durata pornirii

Din acest moment poate fi activată comanda filtrului serie. Circuitul care generează comenzile tranzistoarelor filtrului serie este cea din Fig.3.5.

Tensiunile sursei  $V_{sabc}$  sunt aplicate unui bloc PLL trifazat, care furnizează poziția primei faze prin funcțiile  $\sin$  și  $\cos$ . Acesta sunt utilizate pentru a genera un sistem trifazat de tensiuni ideale, cu valoarea maximă a tensiunilor de fază  $\sqrt{2} \cdot 220$  V, funcție realizată de blocul  $dq0\_to\_abc$ . Rezultatul îl constituie valorile instantanee prescrise ale tensiunilor de fază ce se vor aplica sarcinii VLp. Aceste se compară cu valorile reale  $V_{Labc}$ . Rezultatul comparatorului cu histerezis (bandă de 10 V) îl constituie comenzile aplicate tranzistoarelor filtrului serie.

Acesta funcționează aproape în gol, atât timp cât nu este conectată nicio sarcină.

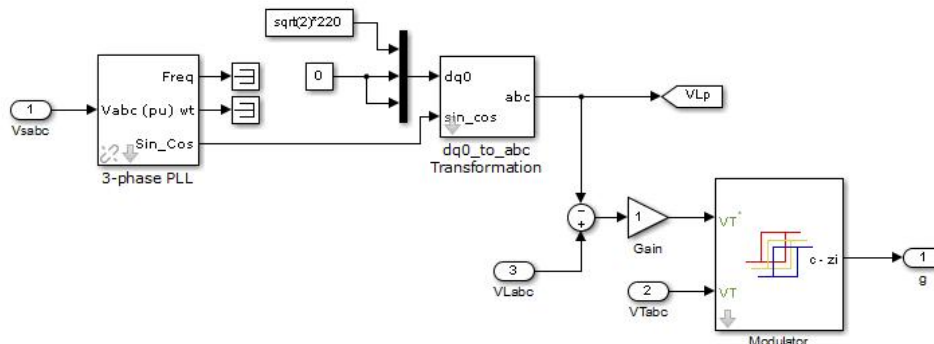


Fig. 3.5. Comanda filtrului serie

În Fig.3.6 este ilustrată funcționarea filtrului serie, după conectarea sarcinii (redresor trifazat comandat în punte), la scăderea valorii tensiunii de alimentare de la 380 V la 300 V. În ultima oscilogramă este curentul din primarul transformatoarelor.

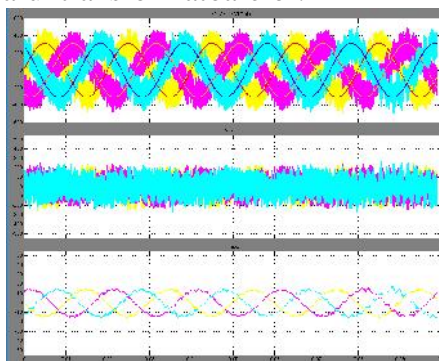


Fig. 3.6. Funcționarea filtrului serie

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

Formele de undă ale tensiunilor și curenților la punctul comun de conectare al filtrelor serie, paralel și sarcin (B5) sunt cele din Fig.3.7. Se observă că sarcina (oscilograma a doua) absoarbe un curent cvasi dreptunghiular, dar funcționarea filtrului paralel (curenții în oscilograma a treia), face ca la punctul B5, curentul absorbit să fie cvasi sinusoidal și în fază cu tensiunea.

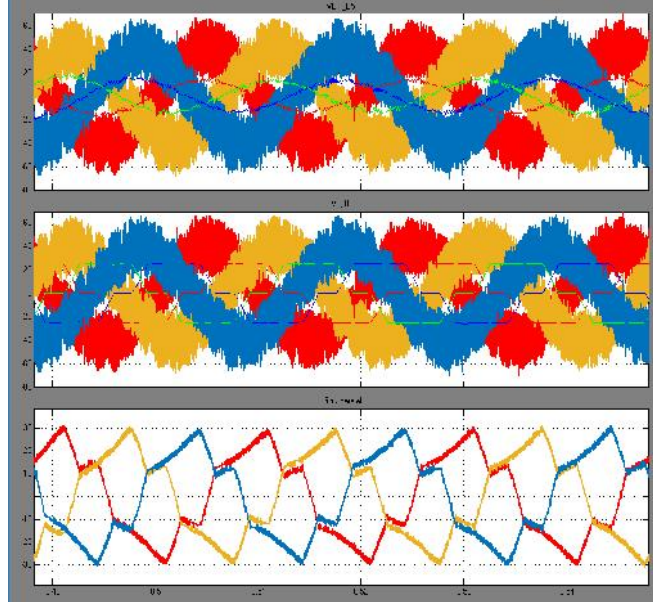


Fig. 3.7. Funcționarea completă

Un detaliu al tensiunilor sursei și al curenților în jurul momentului scăderii tensiunii sursei este în Fig.3. 8. Se observă că cele două seturi de mrimi sunt în fază.

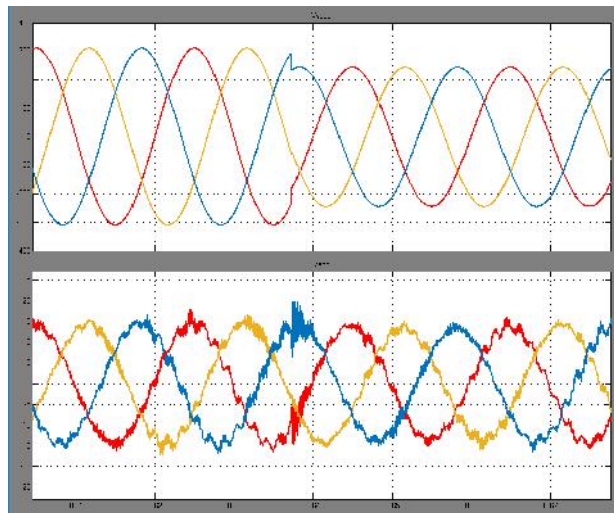


Fig.3.8. Tensiunile sursei și curenții absorbiți de la sursă

Pentru generarea valorilor de referință ale curenților pentru comanda filtrului paralel au fost testate două metode care vor fi prezentate în continuare. Rezultatele obținute cu cele două metode au fost similare.

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

**Metoda Czarnecki**

Se calculează puterile instantanee pe fiecare fază a sarcinii, ca produs al valorilor instantanee ale tensiunii și curentului corespunzător (Fig.3.9.a). Suma acestora și se calculează valoarea medie pe o perioadă (Fig.3.9.b).

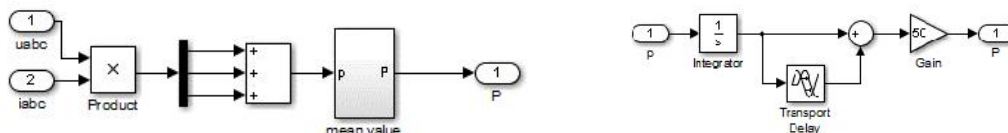


Fig.3.9. Calculul puterii medii totale

Se calculează admitanța sarcinii (Fig.3.10)

$$G = \frac{P}{\sum_1^3 U_{ef}^2}$$

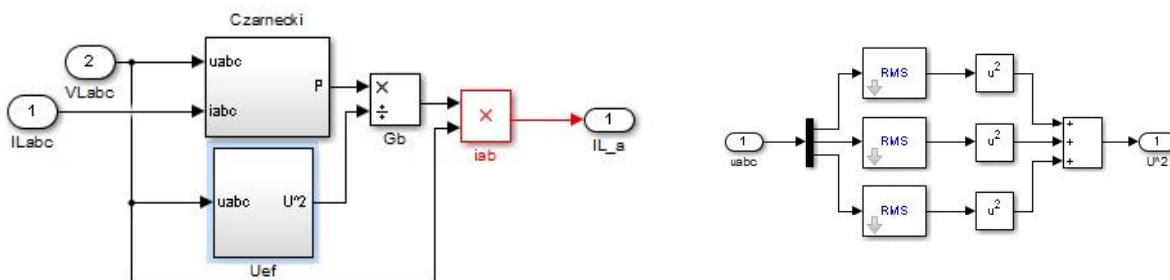


Fig.3.10. Calculul admitanței

Se calculează valoarea componentelor active ale fiecărui curent de fază, ca produs dintre tensiunile de alimentare și admitanță (Fig. 10.a).

Se calculează, pentru fiecare fază, valorile prescrise ale curenților filtrului paralel (Fig.3.2) ca diferență dintre valorile instantanee ale curenților absorbiți de sarcină și valorile instantanee ale componentelor active corespunzătoare

$$I_C^* = I_L - I_{Lactiv}$$

La acesta se adaugă (prin scdere) curentul necesar menținerii tensiunii din circuitul de c.c., descris mai sus, în faza de pornire. Rezultatul total este aplicat blocului modulator cu histerzis (Fig.3.2)

**Metoda pq**

Se transformă tensiunile și curenții absorbiți de sarcină în coordonate  $\alpha, \beta$  și se calculează puterile activ și reactiv instantanee (Fig.3.11)

$$p = V_\alpha I_\alpha + V_\beta I_\beta$$

$$q = -V_\alpha I_\beta + V_\beta I_\alpha$$

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

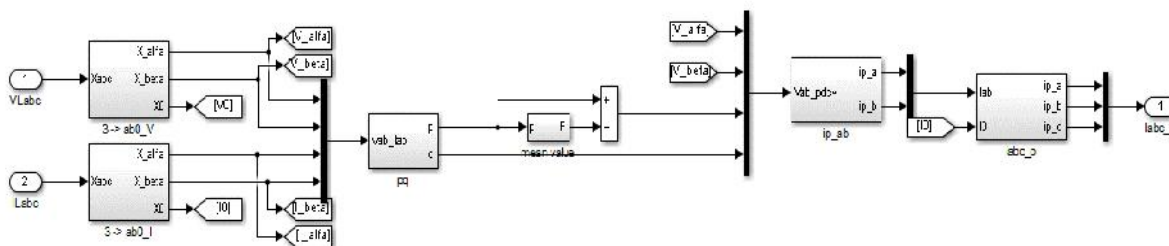


Fig.3.11. Calculul valorilor prescrise ale curenților prin metoda pq

Se calculează puterea activ medie  $P$  și apoi puterea componentei alternative

$$p_{\sim} = p - P$$

Se calculează valorile prescrise ale curenților filtrului în coordonate  $\alpha, \beta$  (Fig.3.12)

$$i_{p\alpha} = \frac{[(V]_{\alpha} p_{\sim} + V_{\beta} q)}{[(V]_{\alpha}^2 + V_{\beta}^2)} \quad i_{p\beta} = \frac{[(V]_{\beta} p_{\sim} - V_{\alpha} q)}{[(V]_{\alpha}^2 + V_{\beta}^2)}$$

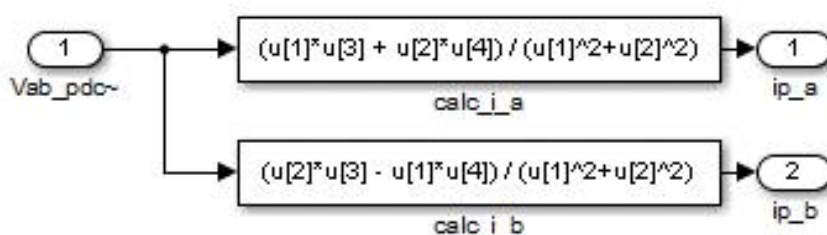


Fig.3.12 Calculul valorilor prescrise ale curenților

Se transformă valorile obținute în mărimi trifazate, impunând componenta homopolară nulă (Fig.3.11). Valorile rezultate se adună curenții necesari menținerii tensiunii în circuitul de c.c. (Fig.3.13), rezultatul aplicându-se reguletoarelor cu histererezis, ca și în cazul metodei precedente.

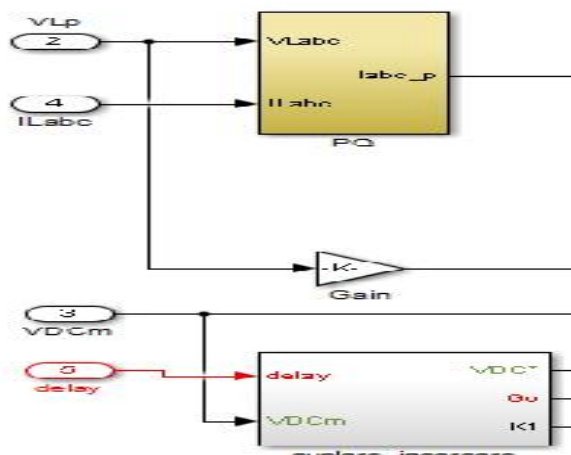


Fig.3.13. Obținerea comenzilor tranzistoarelor filtrului paralel prin metoda pq

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

**Activitatea 3.4. Realizarea modelului experimental. Parte finală .**

Realizarea modelului sistemului adaptiv pentru asigurarea calității energiei, prin corectarea parametrilor electrici ai rețelelor de joasă tensiune este prezentată în Fig. 4.1- 4.4.

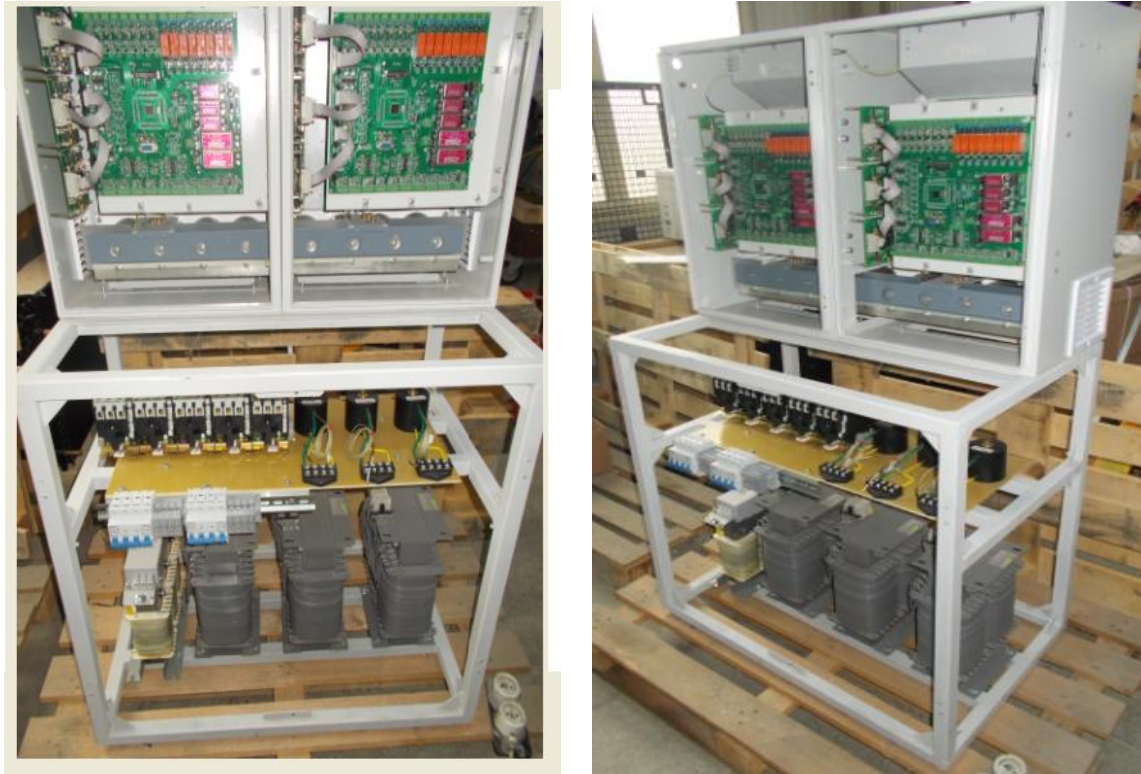


Fig.4.1. Vedere ansamblu general



Fig.4.2. Vedere subsisteme de comanda și control

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.



Fig.4.3. Vedere componente de forță: bobine inductoare



Fig.4.4. Vedere componente de forță: filtru sinusoidal, transformatoare de injecție, contactoare

Modelul realizat permite, în etapa 4/2017, derularea experimentelor și demonstrarea funcționalității acestuia.

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

---

**Activitatea 3.5. Diseminarea rezultatelor prin publicatii in reviste cotate si participarea la manifestari stiintifice de prestigiu.**

Rezultatele obținute în cadrul proiectului au fost publicate, pentru etapa 3/2016, în următoarele lucrări:

1. M.Chindris, A.Cziker, Anca Miron, D.Sacerdotianu. *SMALL DISTRIBUTED RENEWABLE ENERGY GENERATION FOR LOW VOLTAGE DISTRIBUTION NETWORKS*. WEC CENTRAL & EASTERN EUROPE REGIONAL ENERGY FORUM – FOREN 2016, 12-16 June 2016, Vox Maris Grand Resort, Costinesti, Romania, Reference no: 1.3.4.

Abstract.

Driven by the existing energy policies, the use of renewable energy has increased considerably all over the world in order to respond to the increasing energy consumption and to reduce the environmental impact of the electricity generation. Although most policy makers and companies are focusing on large applications, the use of cheap small generation units, based on local renewable resources, has become increasingly attractive for the general public, small farms and remote communities. The paper presents several results of a research project aiming to identify the power quality issues and the impact of RES based distributed generation (DG) or other non-linear loads on low voltage (LV) distribution networks in Romania; the final goal is to develop a Universal Power Quality Conditioner (UPQC) able to diminish the existing disturbances. Basically, the work analyses the existing DG technologies and identifies possible solutions for their integration in Romania; taking into account the existent state of the art, the attention was paid on small systems, using wind and solar energy, and on possibility to integrate them into suburban and rural LV distribution networks. The presence of DG units at distribution voltage level means the transition from traditional passive to active distribution networks. In general, the relatively low penetration levels of DG does not produce problems; however, the nowadays massive increase of local power generation have led to new integration challenges in order to ensure the reliability and quality of the power supply. Power quality issues are identified and their assessment is the key element in the design of measures aiming to diminish all existing disturbances.

2. M.Chindris, A.Cziker, Anca Miron, D.Sacerdotianu. *Generare distribuit de mic putere pentru integrarea resurselor regenerabile în rețelele de distribuție de joasă tensiune*. In Academia de Științe a Moldovei. Problemele Energeticii Regionale, Chișinău, Nr.2(31) 2016, 11-21
3. Anca Miron, A.Cziker, M.Chindris, D.Sacerdotianu. *Impact of distributed generation on weak distribution networks. Study case on a Romanian microgrid*. Proceedings of 2016 International Conference on Applied and Theoretical Electricity ICATE, October 6-8, 2016, Craiova, Romania, Paper 4.9

*Abstract* - the trend of generating power at distribution voltage level, known as distributed generation, is thought to be the future of energy generation, as it is environmental friendly and brings many advantages especially for electricity consumers. The paper presents the study of a real Romanian weak distribution network; the microgrid, comprising a transformer and the associated feeders, supplies single- and 3-phase domestic customers and public lighting. Various penetration levels of photovoltaic generation are considered in order to understand the potential issues that could appear. Practically, single- and 3-phase PV panels of different rated power were placed at diverse locations, i.e. close to feeders' terminals, and transformer substation, respectively. The results showed that harmonic distortion and voltage profile are getting better, while voltage imbalance is increasing but it remains in the allowed range; positive effects appear especially if the PV generators are located near the feeders' end, where the voltage level is quite low.

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

**BIBLIOGRAFIE**

- [1] Hatziargyriou, N.D., Asano, H., Irvani, R. and Marnay, C., *Microgrids*. IEEE Power & Energy, 5, 78 -94. <http://dx.doi.org/10.1109/MPAE.2007.376583>, 2007.
- [2] Hatziargyriou, N.D. *Microgrids*. IEEE Power & Energy, 6, 26-29, 2008.
- [3] Venkataramanan, G.; Marnay, C., *A Larger Role for Microgrids*. IEEE Power & Energy, 6, 78-82. <http://dx.doi.org/10.1109/MPE.2008.918720>, 2008.
- [4] Asmus, P. *Microgrids, Islanded Power Grids and Distributed Generation for Community, Commercial, and Institutional Applications*. Navigant Research, Boulder. <http://www.navigantresearch.com>, 2009.
- [5] Lasseter, R.H. *Microgrids*. IEEE PES Winter Meeting, New York City, 27 -31 January 2002, 305 -306, 2002
- [6] Kojima, T.; Fukuya, Y. *Microgrid System for Isolated Islands*. Fuji Electric Review, 57, 125 -130, 2011.
- [7] Ackermann, T. *Wind Power in Power Systems*. Wiley, Hoboken, 55-59, <http://dx.doi.org/10.1002/0470012684>, 2005.
- [8] Prull, D. S. *Design and Integration of an Isolated Micro Grid with a High Penetration of Renewable Generation*. Doctor's Thesis, University of California, Berkeley, 2008.
- [9] Freris, L.; Infield, D.; *Renewable Energy in Power Systems*. John Wiley & Sons, Hoboken, 2011.
- [10] Chae, W. *SCIG Type Wind Turbine's Characteristic in Island MicroGrid*. ISGC& E, Jeju, 2013.
- [11] Arrilaga, J.; Bradley, D.A.; Bodger, P.S. *Power System Harmonics*. John Wiley&Sons, 1985.
- [12] Arrilaga, J.; Arnold, C.P., *Computer analysis of power systems*, John Wiley, New York, 1990.
- [13] Arrilaga, J.; Watson, N.R.; Chen, S., *Power System Quality Assessment*, John Wiley & Sons 2001.
- [14] Buta, A.; Milea, L.; Pan, A., *Impedanța armonică a rețelelor sistemelor electroenergetice*, Ed. Tehnic, București 2000.
- [15] Heydt, G.T. *Electric Power Quality*. Stars in a Circle Publ., Chelsea Michigan, 1994.
- [16] Osowski, S., *SVD Technique for Estimation of Harmonic Components in a Power System, a Statistical Approach*. IEEE Gener. Transm. Distrib., 2001, Vol. 141 No. 5, pp. 473-479.
- [17] Teng, J.H.; Chang, C.Y., *A fast harmonic load flow method for industrial distribution systems*, Proceedings. PowerCon 2000, International Conference on Power System Technology, 2000, vol.3, pp.1149-1154.
- [18] \*\*\*EDSA Technical 2004. User Guide. EDSA MicroCorporation, USA, 2005.
- [19] \*\*\*LPQI Power Application Guide, *Voltage Disturbances Standard EN 50160 / Voltage Characteristics in Public Distribution Systems*, Copper Development Association IEE Endorsed Provider 2004.
- [20] Ruinaru, D. *Regimul dezechilibrat al rețelelor electrice*. Editura Universitaria, Craiova 2005.
- [21] \*\*\*IEEE PES Distribution System Analysis Subcommittee's Distribution Test Feeder Working Group, *Distribution Test Networks*, <http://ewh.ieee.org/soc/pes/dsacom/testfeeders>.
- [22] \*\*\*IEEE Std 1159, *Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality*, (1995), 2001.
- [23] \*\*\* IEEE Std 1459-2000 *IEEE Standard Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities Under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions*.
- [24] \*\*\* LPQI Power Application Guide, *Voltage Disturbances Standard EN 50160 / Voltage Characteristics in Public Distribution Systems*, Copper Development Association IEE Endorsed Provider 2004.
- [25] Targosz, R.; Manson, J., *Pan European LPQI Power Quality Survey*, Proc. 19<sup>th</sup> IEE International Conference on Electricity Distribution, Italy, 2007, paper no 0263.
- [26] J. Arrilaga, N.R. Watson, S. Chen, "Power System Quality Assessment", John Wiley & Sons 2001.
- [27] \*\*\* IEEE Interharmonic Task Force, Cigré36.05/CIRED2CC02 Voltage Quality Working Group, *Interharmonics in Power Systems*, <http://grouper.ieee.org/groups/harmonic/iharm/docs/ihfinal.pdf>.
- [28] Pawelek, R.; Kepinski, W.; Gburczyk, P.; Mienski, R.; Wasia, I., *Assessment of electromagnetic disturbances transfer between networks*, Proceedings of 9th International Conference Electrical Power Quality and utilisation, Barcelona, 2007.
- [29] Rusinaru, D.; Popescu, D.; Merfu, M.; Manescu, L.G.; Anghelina, V., *Ranking of the Power Quality Level at Boundary between Transmission and Distribution Networks*, Proceedings of 2nd International Conference on Energy and Environment Technologies and Equipment (EEETE '13), Brasov, Romania, 2013, ISSN: 2227-4359, ISBN: 978-1-61804-188-3, pp.201-206.
- [30] Xu, W.; Bahry, R.; Mazin, H. E., *A Method to determine the Harmonic Contributions of Multiple Loads*, Power & Energy Society General Meeting, 2009.
- [31] D. Ruinaru, S. Dighe, M. Du, *Evaluation of Power Quality Factors on the Boundaries between Networks*, ISEEE-2010 The 3rd International Symposium on Electrical and Electronics Engineering Gala, Romania 2010, pg.7-13
- [32] Mircea, I.; Merfu, M.; et al., *Studiu privind monitorizarea parametrilor de calitate a energiei electrice din ST CNTEE Transelectrica SA*, Cod CPV 71335000-5, Contract de servicii nr.381/22/09.06.2011, Beneficiar: C.N. Transelectrica, S.T.Craiova.

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.

Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

- [33]. Eteyadi-Amoli, M.; Florence, T. *Voltage and Current Harmonic Content of a Utility System – A Summary of 1120 Test Measurements*. IEEE Trans. on Power Delivery, vol.5, no.3, 1990, pp.1552-1557.
- [34]. Golovanov, C.; Albu, M.; Golovanov, N.; Todos, P.; Chindri, M.; Chiciuc, A.; Tefnescu, C.; Calotoiu, A.; Sanduleac, M.; Gheorghe, T. *Probleme moderne de măsurare în electroenergetică*. Ed. Tehnic, București 2001.
- [35] Rusinaru, D.; Popescu, D.; Merfu, M.; Manescu, L.G.; Anghelina, V., *Ranking of the Power Quality Level at Boundary between Transmission and Distribution Networks*, Proceedings of 2nd International Conference on Energy and Environment Technologies and Equipment (EEETE '13), Brasov, Romania, 2013, ISSN: 2227-4359, ISBN: 978-1-61804-188-3, pp.201-206.
- [36] \*\*\* IEC 61000-4-30, *Electromagnetic compatibility (EMC) Part 4-30: Testing and measurement technique Power quality measurement methods*, 2007.
- [37] \*\*\* IEC 61000-4-7 ed2.1 *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4-7: Testing and measurement techniques - General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*, IEC Standards- 61000-4-7:2009.
- [38] Mircea, I.; Merfu, M.; .a., *Studiu privind monitorizarea parametrilor de calitate a energiei electrice din ST CNTEE Transelectrica SA*, Cod CPV 71335000-5, Contract de servicii nr.381/22/09.06.2011, Beneficiar: C.N. Transelectrica, S.T.Craiova.
- [39] Mircea, I.; Merfu, M.; .a., *Studiu privind monitorizarea parametrilor de calitate a energiei electrice din stațiile CEZ Distribuție*, Contract de servicii nr.60.1.DJ.24946/01.07.2013, Beneficiar: CEZ Distribuție.
- [40] \*\*\*ANRE Norma tehnică *Condiții tehnice de racordare la rețele electrice de interes public pentru centralele electrice fotovoltaice* / 17.05.2013.
- [41]Rahmouni, A., Benachaiba, C. *Compensation de la puissance reactive et deformante par l'UPQC avec une nouvelle methode d'identification des courants perturbateurs*, Revue internationale d'héliotechnique N° 44 (2012) 30-34, <http://www.comples.org>.
- [42]Alali, M.A.E. *Contribution à l'Etude des Compensateurs Actifs des Réseaux Electriques Basse Tension*, teză de doctorat Université Luis Pasteur Strasbourg, 2002.
- [43]Boyra, M. *Power-ow control and power-quality enhancement in interconnected distribution networks*, teză de doctorat Ecole Supérieure d'Electricité, 2012.
- [44]Defay, F. *Commande Prédictive Directe d'un Convertisseur Multicellulaire Triphasé Pour Une Application de Filtrage Actif*, Teza de doctorat, INP Toulouse, 2008.
- [45]Moreno, V., Pigazo, A., Liserre, M., Dell'Aquila, A. *Unified Power Quality Conditioner (UPQC) with Voltage Dips and Over-voltages Compensation Capability*, <http://www.researchgate.net/publication/228899656>, 2013.
- [46] Dughir Ciprian, *Contribuții la monitorizarea calității energiei electrice*, teză de doctorat, Universitatea Politehnică Timișoara, 2010.
- [47] Mohamad Alali, *Contribution à l'Etude des Compensateurs Actifs des Réseaux Electriques Basse Tension*, teză de doctorat Université Luis Pasteur Strasbourg, 2002.
- [48] Mihai Cătălin, *Îmbunătățirea calității energiei electrice și a eficienței energetice în sisteme electrice de distribuție*, teză de doctorat Universitatea Transilvania din Brașov, 2013.
- [49]Dr. Malabika Basu, Mr. Kevin Gaughan, Dr. Michael Conlon, School of Electrical Engineering Systems Dublin Institute of Technology Kevin Street, Dublin 8 IRELAND - *Unified power quality conditioner for grid integration of wind generators*, Dublin Institute of Technology ARROW@DIT, 2008-01-01.
- [50] \*\*\* [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com) – filtre active de putere.
- [51] Asiminoaei L, Blaajberg F, Hansen S – *Evaluation of Harmonic Detection Methods for Active Power Filter Applications*.
- [52] Bitoleanu A, Popescu Mh, Suru V - *p-q Power Theory: Some Theoretical and Practical Aspects*, Proceedings of 10th International School on Nonsinusoidal Currents and Compensation 2010 (ISNCC 2010), pp. 10-15, June 15-18, Lagow, Poland, ISBN 978-1-4244-7894-1.
- [53] Casaravilla G, Salvia A, Briozzo C, Watanabe E - *Control Strategies of Selective Harmonic Current Shunt Active Filter*.
- [54] Chaoui A, Gaubert J P, Krim F, Champenois G - *PI Controlled Three-phase Shunt Active Power Filter for Power Quality Improvement*, Electric Power Components and Systems, Vol. 35, Issue 12, 2007, pag.1331 – 1344.
- [55] Fujita H, Akagi H - *The Unified Power Quality Conditioner: The Integration of Series- and Shunt-Active Filters*, IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 13, NO. 2, MARCH 1998.
- [56] Zainal S, Tan P C, Awang J – *Harmonics Mitigation Using Active Power Filter: A Technological Review*.
- [57] Albu, M., *Prelucrarea numerică a semnalelor din sistemele de măsurare*, Editura Printech, București, 2000.
- [58] Ghinea, M., Fireeanu, V., *Matlab – Calcul numeric. Grafică. Aplicații*, Editura Teora, București, 1999.
- [59] Golovanov, C., Albu, M. .a., *Probleme moderne de măsurare în electroenergetică*, Editura Tehnic, București, 2001.

Etapa 3:

Experimentarea și demonstrarea funcționalității modelului. Elaborarea documentației pentru obținerea și validarea drepturilor de proprietate. Informare, diseminare și publicitate privind proiectul și rezultatele obținute.  
Demonstrarea funcționalității și utilității modelului.

- [60] Ivanov, V., *Sisteme integrate de monitorizare și control pentru echipamente electrice*, Editura Universitaria Craiova, Editura Universitaria Craiova, 2008.
- [61] Vlaicu C., *Sisteme de măsurare informatizate*, Editura ICPE, București, 2000.
- [62] Vlaicu, C., *Magistrale de comunicații pentru sistemele de măsurare*, Editura Electra, București, 2003.
- [63] Guo, Y., Lee, H. C., Wang, X., *A Multiprocessor Digital Signal Processing System for Real-time Converter Applications*, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 7, No. 2, May 1992.
- [64] B. Gopal, Pannala Krishna Murthy & G.N. Sreenivas, *A Review on UPQC for Power Quality Improvement in Distribution System*, Global Journal of Researches in Engineering Electrical and Electronics Engineering, Volume 13 Issue 7 Version 1.0 Year 2013 Type: Double Blind Peer Reviewed International Research Journal Publisher: Global Journals Inc. (USA), Online ISSN: 2249-4596 & Print ISSN: 0975-5861.
- [65] Byung-Moon Han, Bo-Hyung Cho, Seung-Ki Sul and Jae-Eon Kim – *Unified Power Quality Conditioner for Compensating Voltage Interruption*, Journal of Electrical Engineering & Technology, Vol. 1, No. 4. pp.503 ~512, 2006.
- [66] M. Tarafdar Haque, S. H. Hosseini Electrical Engineering Department, Tabriz University Tabriz, Iran - *A Control Strategy For Unified Power Quality Conditioner (UPQC) Using Instantaneous Symmetrical Components Theory*, Tabriz University Tabriz, Iran, 2009.
- [67] Assistant Professor T.Varaprasad, Pg Student P.Chaitanyakumar Department Of Electrical & Electronics Engineering Sri Venkatesa Perumal College Of Engineering & Technology - *Design Of Unified Power Quality Conditioner (UPQC) To Improve The Power Quality Problems By Using P-Q Theory* - P.Chaitanyakumar, T.Varaprasad/ International Journal Of Engineering Research And Applications (Ijera) Issn: 2248-9622 Www.Ijera.Com Vol. 2, Issue 3, May-Jun 2012, Pp.1088-1094.
- [68] K.Sandhya Research Scholar, Dr.A.Jayalaxmi Associate professor, Dr.M.P.Soni Professor and Head, Department of Electrical and Electronics Engineering, MJ college of Engineering and Technology, Banjara Hills, Hyderabad, AP, INDIA - *Design of Unified Power Quality Conditioner (UPQC) for Power Quality Improvement in Distribution System*, IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE) ISSN: 2278-1676 Volume 4, Issue 2 (Jan.-Feb. 2013), PP 52-57.
- [69] S. Srinath, M. P. Selvan, and K. Vinoth Kumar, “*Comparative performance of different control strategies on UPQC connected valuation of distribution system*,” in Proc. Int. Conf. Ind. Inf. Syst., Jul. 29–Aug. 1, 2010, pp. 502–507.
- [70] Saleha Tabassum<sup>1</sup>, B.Mouli Chandra<sup>2</sup> (Department of Electrical & Electronics Engineering KSRM College of Engineering, Kadapa.) (Asst. Professor Dept of Electrical & Electronics Engineering KSRM College of Engineering, Kadapa.) - *Power Quality Improvement By UPQC Using ANN Controller*, Saleha Tabassum, B.Mouli Chandra / International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA) ISSN: 2248-9622 www.ijera.com Vol. 2, Issue 4, July-August 2012, pp.2019-2024
- [71] Smriti Dey Assistant Professor, Department of Electrical and Electronics Engineering, Don Bosco College of Engineering and Technology, Guwahati, India - *Performance of DVR under various Fault conditions in Electrical Distribution System* - IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering (IOSR-JEEE) e-ISSN: 2278-1676, p-ISSN: 2320-3331, Volume 8, Issue 1 (Nov. - Dec. 2013), PP 06-12
- [72] K. Vijay Kumar PROFESSOR Dadi Institute Of Engineering And Technoogy, Anakapalli Visakhapatnam, B. Santhosh Kumar PG Research Student Dadi Institute Of Engineering And Technoogy, Anakapalli Visakhapatnam - *UPQC Controlled Capable Of Mitigating Unbalance In Source Voltage And Load Current* - B. Santhosh Kumar et al Int. Journal of Engineering Research and Applications ISSN : 2248-9622, Vol. 3, Issue 6, Nov-Dec 2013, pp.06-14.
- [73] RVD Rama Rao Associate Professor Dept of EEE, Narasaropeta Engineering College Narasaraopet, Guntur Dt, A.P, India; Dr.Subhransu.Sekhar.Dash Professor & Head, Dept of EEE, College of Engineering, SRM University Chennai, India - *Power Quality Enhancement by Unified Power Quality Conditioner Using ANN with Hysteresis Control*, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 6– No.1, September 2010.
- [74] C. Prakash PG Scholar, N. Suparna, Assistant Professor, Department of EEE, SNS College of Technology, Coimbatore - *Power Quality Improvement of Unified Power Quality Conditioner Using Reference Signal Generation Method*, International Journal of Modern Engineering Research (IJMER) www.ijmer.com Vol.2, Issue.3, May-June 2012 pp-682-686 ISSN: 2249-6645
- [75] Yash Pal Akhilesh Swarup Electrical Engineering Department, National Institute Of Technology, Kurukshetra-136119, Haryana, India, Bhim Singh Electrical Engineering Department, Indian Institute Of Technology, New Delhi, India - *A Control Strategy Based On Utt And Pbt Of Three-Phase Four-Wire UPQC* - Journal Of Electrical Engineering.