

LUCRARE DE LABORATOR 4

REDUCEREA ARMONICILOR – FILTRE PASIVE

1. Obiectivele lucrării

Lucrarea are ca scop furnizarea de informații referitoare la caracteristicile constructive, dimensionarea și efectele introducerii filtrelor pasive în rețelele electrice de distribuție cu surse de armonici.

2. Considerații teoretice

În scopul reducerii nivelului de armonice, există mai multe soluții, care se pot clasifica în:

- soluții tehnice;
- soluții operaționale.

Metodologia generală în reducerea nivelului de armonici este prezentată în Fig.1.

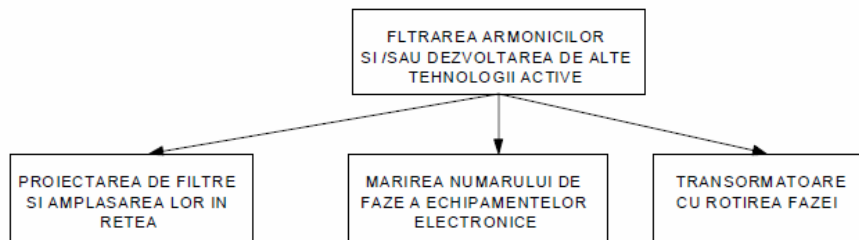


Fig.1. Metodologia generală în reducerea nivelului de armonici

În funcție de natura surselor de armonici și de exactitatea cu care sunt identificate/localizate se pot adopta procedee de limitare de natură organizatorică sau care implică utilizarea unor dispozitive special proiectate de tipul:

- filtre pasive;
- transformatoare de izolare și reducere a armonicilor;
- filtre active.

Soluțiile care utilizează transformatoare de izolare și filtrele pasive sunt destinate numai pentru anumite armonici. În cazul instalațiilor pentru care spectrul curentului armonic este greu de precizat și conținutul armonic se modifică permanent, o soluție convenabilă este un filtru activ sau un condiționar activ.

Fiecare opțiune prezintă avantajele și dezavantajele sale, încât nu există o soluție ideală, fiind necesare în prealabil studii aprofundate.

Filtrele pasive

Sunt folosite pentru a realiza o cale de impedanță redusă pentru curenții armonici astfel ca ei să circule în filtre și nu în sistemul de alimentare (Fig.2).

Filtrele pasive, în reducerea nivelului de armonici, pot fi:

- montate în serie, cu scopul de a mări impedanța căii armonicilor; se mai numesc filtre serie sau de blocare;
- montate în paralel, cu scopul șuntării armonicilor la masă;

Filtrele de prima categorie se numesc filtre serie, iar cele din a doua categorie filtre paralel sau șunt. Cele mai des utilizate sunt filtrele șunt /paralel.

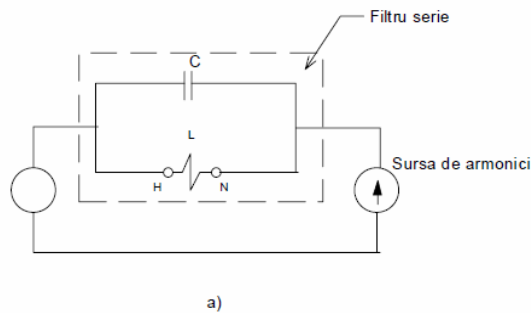
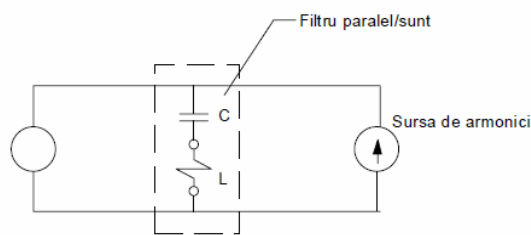


Fig.2. Filtre pentru compensarea armonicilor:
a) – Filtru serie; b) – filtru paralel



Filtre paralel

Aceste filtre pot fi:

- Simplu acordate;
- Dublu acordate;
- Filtru trecere sus.

Filtru simplu acordat

Circuitul serie este utilizat pentru limitarea armonicilor de curent produse de echipamentul unei instalații sau de un grup de echipamente și astfel curenții armonici nu se mai propagă înapoi către sursa de alimentare.

Rolul filtrului este de a reduce amplitudinea curentului armonic care se propagă înapoi în rețeaua electrică de alimentare și în consecință, distorsiunea curbei de tensiune.

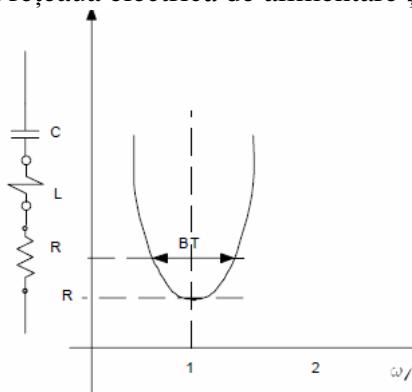


Fig.3. Filtru simplu acordat

Caracteristicile filtrului:

- frecvența de rezonanță, f_0 :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

unde:

f_0 este frecvența de rezonanță, în Hz;

L – inductivitatea bobinei, în H;

C – capacitatea condensatorului.

- factorul de calitate:

$$Q = \frac{X_{L(f_0)}}{R} = \frac{X_{C(f_0)}}{R} \quad (2)$$

Unde R este rezistența filtrului, în ohmi;

$X_{L(f_0)}$ - reactanța inductivă la frecvența de rezonanță, în ohmi;

$X_{C(f_0)}$ - reactanța capacitivă la frecvența de rezonanță, în ohmi.

– banda de trecere, BT:

$$BT = \frac{\omega_0}{Q} \quad (3)$$

Observații

Valorile tipice pentru Q sunt între 20 la 150; valorile cele mai utilizate sunt în jurul de 50.

Filtru dublu rezonant:

După cum arată și numele, un astfel de filtru are două frecvențe de rezonanță. Un astfel de filtru se poate utiliza în locul a două filtre simplu acordate, cum ar fi pentru armonica de ordinul 5 și 7.

Avantajele unui astfel de filtru constau în:

- Pierderile totale de putere sunt mai mici la frecvența fundamentală;
- Există o singură bobină.

Metoda generică în proiectarea unui filtru pasiv paralel

Proiectarea unui filtru se bazează pe conținutul de armonici – obținut prin măsurători în teren sau simulări de rețea. Criteriul de bază în proiectarea unui filtru este alegerea corespunzătoare a valorii capacității condensatorului, valoare ce este determinată de factorul de putere ce se dorește a se obține, în PCC (Point of Common Coupling) la frecvența de lucru a rețelei - 50 Hz.

Un punct cheie în proiectarea unui filtru este cunoașterea conținutului de armonici (prin măsurători). Aceasta va determina tipul și numărul de filtre necesare.

Se procedează la calculul circulațiilor de putere în rețea. Se alege strategia în compensarea factorului de putere. Strategia în compensarea factorului de putere va conduce la cunoașterea locului de instalare a bateriei de condensatoare, deci valoarea tensiunii la care se face compensarea puterii reactive. Se determină puterea reactivă necesară compensării factorului de putere la valoarea cerută (0.92 – factorul de putere neutral).

Diagrama de calcul a unui filtru este prezentată în Fig.4.

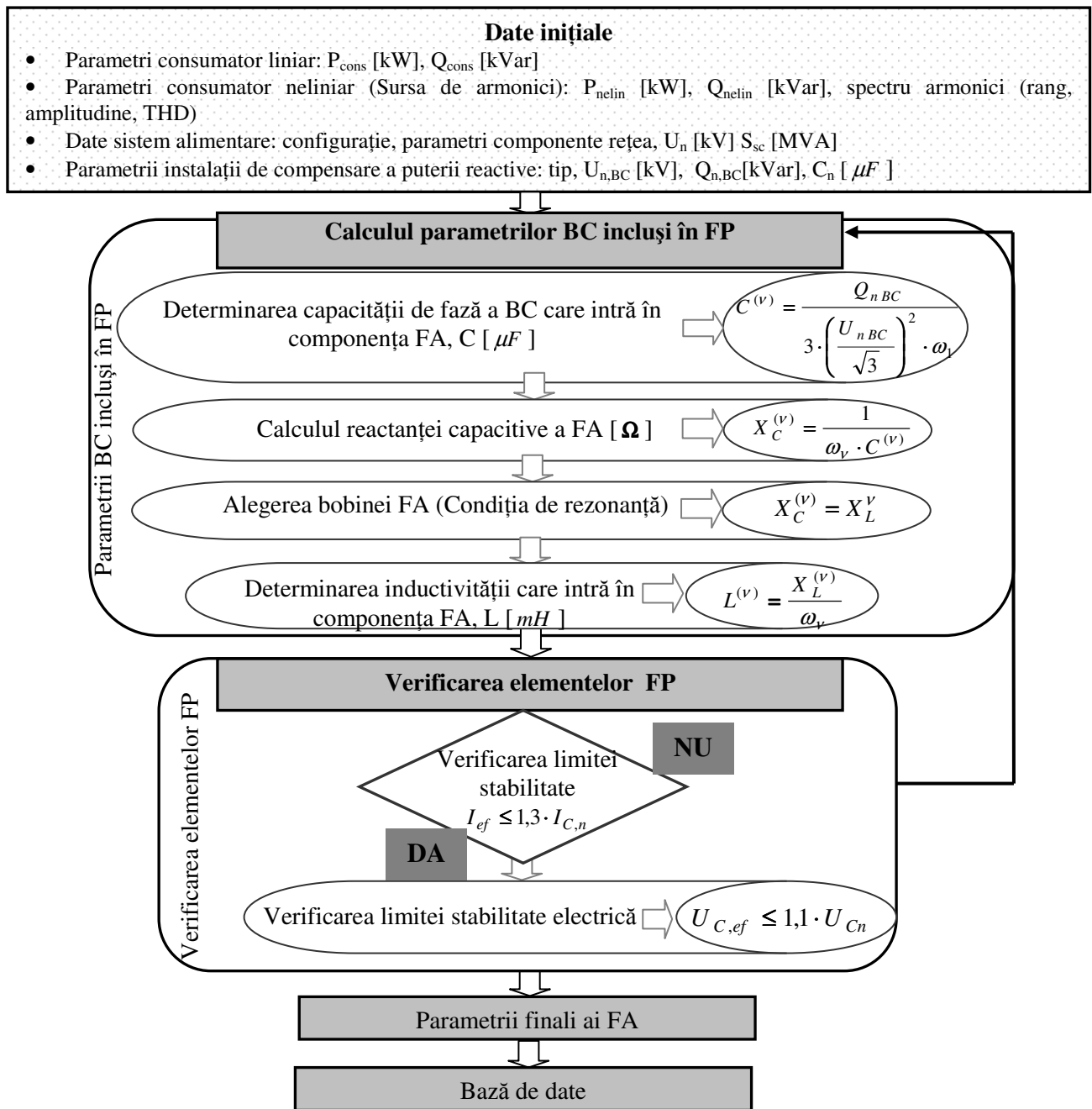


Fig. 4. Diagrama de dimensionare a unui filtru de armonici absorbant

3. Mod de lucru

3.1. Se deschide aplicația EDSA de la ședința **LUCRARE DE LABORATOR 3:**

File > Open file > nume

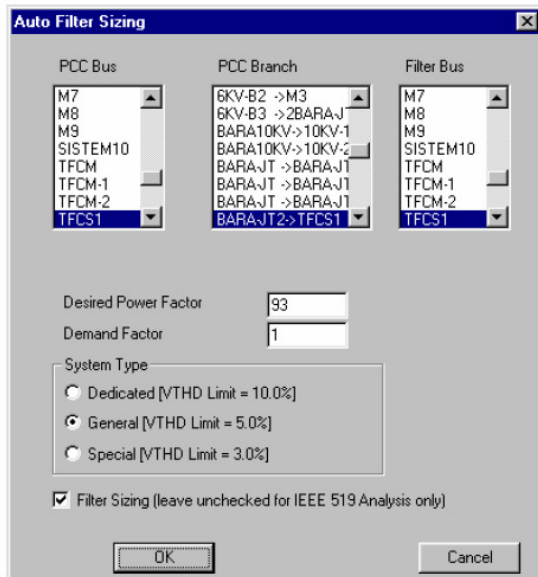
3.2. Se activează bara de meniuri pentru analiza armonică.

3.3. Deoarece VTHD este >5% la bara #02 (PE 143/2001), se recomandă reducerea armonicilor prin utilizarea filtrelor acordate. Pentru aceasta, se va introduce un filtru acordat pe armonica 5 (400 Hz) la bara #02.

3.4. Se lansează programul EDSA Harmonics Analysis și se activează „Automatic Filter Sizing”.



3.5. Se completează datele pentru dimensionarea filtrului.



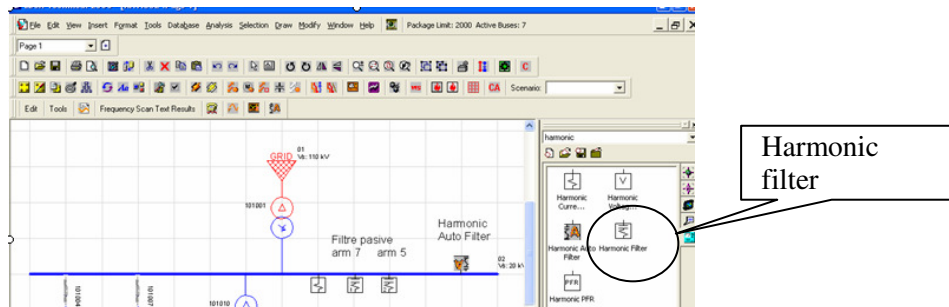
3.6. Se completează următoarele date în vederea dimensionării filtrului:

- PCC Bus #02;
- PCC Branch #01-#02
- Filter Bus #02;
- Desired Power Factor 92%;
- Demand Factor 1;
- General VTHD 5.00 %.

Prin rularea programului EDSA de dimensionare automată a filtrului se obțin valorile parametrului filtrului și se notează în Tabelul 1.

3.7. Pe bara #02 se amplasează filtrele cu parametrii determinați mai sus.

Se lansează modulul *Harmonic Filter*.



Se introduc parametrii filtrului.

Se reia tot procesul de analiză de la început, verificându-se din nou valorile lui VHTD și ITHD. Valorile se notează în Tabelul 2.

4. Rezultate

4.1. Se notează valorile parametrilor filtrelor pasive.

Tabel 1- Parametrii filtrelor simplu rezonante

Filtru ID	Frecvență de rezonanță	X_L [Ω]	X_C [Ω]	R [Ω]

4.2. Se compară indicatorii de regim deformant obținuți pentru rețeaua prevăzută cu filtre Scenariul 4 cu cei obținuți în cazul Scenariului 2.

Tabelul 2 – Propagarea armonicilor în rețeaua test

Scenariul 2 - rețea de distribuție cu surse de armonici					
#Nod	Un [kV]	VTHD [%]	Umax [kV]	Uef [kV]	FP
01					
02					
05					
#Latură	Un [kV]	ITHD [%]	Imax [A]	Ief [A]	
101010					
101001					
ΔP [kW]					
ΔQ [kVar]					
Scenariul 4 - rețea de distribuție cu surse de armonici și filtre pasive					
#Nod	Un [kV]	VTHD [%]	Umax [kV]	Uef [kV]	FP
01					
02					

05				
#Latură	Un [kV]	ITHD [%]	I _{max} [A]	I _{ef} [A]
101010				
101001				
ΔP [kW]				
ΔQ [kVar]				

Se compară indicatorii de regim deformant în varianta cu filtre pasive cu datele din PE 143/2001.