

# REGLAREA TENSIUNII ÎN REȚELELE ELECTRICE

## 1. Introducere

Pentru orice receptor – casnic, comercial sau industrial, de mică sau de mare putere – unul dintre parametrii indicați în cartea tehnică a acestuia este *tensiunea nominală*. Alimentarea acelui receptor cu o tensiune a cărei valoare se apropie cât mai mult de cea tensiune nominală este o condiție esențială pentru funcționarea receptorului în cele mai bune condiții. De altfel, atunci când se vorbește de calitatea energiei, este un *loc comun* faptul că orice abatere în plus sau în minus a tensiunii față de valoarea nominală produce variații ale puterii absorbite, ale randamentului sau duratei de viață a receptorului respectiv.

În aceste condiții, una din cerințele importante legate de exploatarea sigură și eficientă a rețelelor electrice o reprezintă menținerea tensiunilor din nodurile rețelei la valori cât mai apropiate de tensiunea nominală corespunzătoare. Deoarece abaterile tensiunii față de valoarea nominală sunt, în principial, efectul căderilor de tensiune care se produc pe diferitele elemente ale rețelei, rezultă că reglarea tensiunii urmărește reducerea sau compensarea acestor căderi de tensiune.

Dintre criteriile de calitate a tensiunii cunoscute și acceptate de standardele internaționale, cea mai largă răspândire o are *criteriul abaterilor maxime admise*. Conform acestui criteriu, diferitele metode de reglaj al tensiunii urmăresc menținerea acesteia între anumite limite în raport cu tensiunea nominală. În țara noastră, prescripțiile tehnice stabilesc anumite intervale admisibile de variație a tensiunii. Aceste limite se indică, de regulă, în procente și sunt cu atât mai mici cu cât punctul din rețea în care se măsoară tensiunea este mai apropiat de consumatorul final. De exemplu, în rețelele de distribuție este normată o abatere maximă admisibilă a tensiunii față de valoarea nominală de  $\pm 5\%$ . Pentru rețelele de repartitie și transport, această abatere poate ajunge până la valori în jur de 10%, dar în acest din urmă caz au fost stabilite anumite benzi admisibile de funcționare, pentru fiecare tensiune nominală, și anume: pentru  $U_n = 110\text{ kV} \rightarrow 106 - 123\text{ kV}$ ; pentru  $U_n = 220\text{ kV} \rightarrow 205 - 245\text{ kV}$ ; pentru  $U_n = 400\text{ kV} \rightarrow 380 - 420\text{ kV}$ .

## 2. Cauzele variațiilor de tensiune

Pentru evidențierea cauzelor primordiale ale variațiilor de tensiune se consideră cazul unei rețele radiale simple, de impedanță  $\underline{Z} = R + j \cdot X$ , care alimentează un singur consumator, ce absoarbe curentul  $\underline{I} = I_a - j \cdot I_r$  (caracter inductiv) sau puterea aparentă  $\underline{S} = P + j \cdot Q$  (Fig. 1.a). Căderea complexă de tensiune  $\Delta \underline{U}$  care se produce pe impedanța  $\underline{Z}$  are componentele longitudinală  $\Delta U$  și transversală  $\delta U$  date de relațiile:

$$\Delta \underline{U} = \Delta U + j \cdot \delta U$$
$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot (R \cdot I_a + X \cdot I_r) = \frac{R \cdot P + X \cdot Q}{U} \quad (1)$$

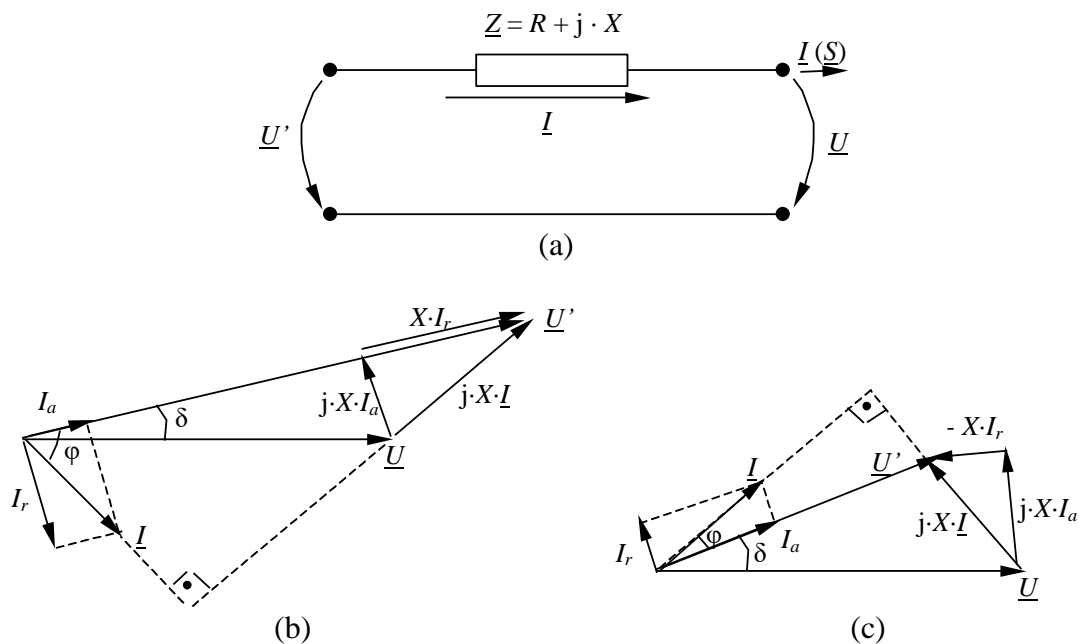
$$\delta U = \sqrt{3} \cdot (X \cdot I_a - R \cdot I_r) = \frac{X \cdot P - R \cdot Q}{U} \quad (2)$$

$$\delta U = \sqrt{3} \cdot (X \cdot I_a - R \cdot I_r) = \frac{X \cdot P - R \cdot Q}{U} \quad (3)$$

În rețelele de înaltă și foarte înaltă tensiune, pentru care reactanța specifică este mult mai mare decât rezistența ( $X \gg R$ ), expresiile celor două componente ale căderii complexe de tensiune pot fi aproximate prin neglijarea termenilor care conțin rezistența:

$$\Delta U \cong \sqrt{3} \cdot X \cdot I_r \cong \frac{X \cdot Q}{U} \quad (4)$$

$$\delta U \cong \sqrt{3} \cdot X \cdot I_r \cong \frac{X \cdot Q}{U} \quad (5)$$



**Fig. 1.** Schema echivalentă a rețelei radiale (a) și diagramele fazoriale pentru cazul unei sarcini cu caracter inductiv (b) sau capacitiv (c).

Aceste relații și diagramele fazoriale din Fig. 1, conduc la următoarele concluzii importante:

- modulul tensiunii unui punct din rețea este condiționat în mod esențial de circulația puterilor reactive;
- defazajul tensiunii între nodurile rețelei este determinat cu prioritate de circulația puterilor active.

Pe de altă parte, se observă că în cazul sarcinii inductive (Fig. 1. b și cazul  $Q > 0$  sau  $\text{Im}(\underline{I}) < 0$ ), tensiunea este mai mare la sursă decât la consumator ( $U' > U$ ), iar puterea reactivă circulă de la sursă spre consumator. În cazul în care sarcina are caracter capacitiv (Fig. 1. c și cazul  $Q < 0$  sau  $\text{Im}(\underline{I}) > 0$ ), puterea reactivă circulă de la consumator spre sursă, iar tensiunea este mai mare la consumator decât la sursă ( $U > U'$ ). Ca urmare, se poate afirma că, între două noduri ale rețelei, puterea reactivă poate fi transferată într-un sens sau în altul prin reglarea tensiunii în nodurile respective și reciproc – prin modificarea circulației de putere reactivă între cele două noduri se pot regla tensiunile acestora.

În general, atunci când pe un element de circuit caracterizat de o reactanță nenulă se produce o pierdere de tensiune, puterea reactivă circulă întotdeauna către extremitatea cu tensiune mai mică. Dintr-un alt punct de vedere, dacă într-un nod al rețelei există un deficit de putere reactivă, acesta va fi adus prin liniile adiacente acelui nod și, în consecință, tensiunea nodului respectiv scade. Dimpotrivă, dacă în nod există un surplus de putere reactivă, prin evacuarea acesteia pe liniile adiacente, tensiunea nodului respectiv crește.

### 3. Metode de reglare a tensiunii

Metodele de reglaj al tensiunii se referă în special la modificarea valorii (modulului) tensiunii și mai puțin a fazei acesteia. Pornind de la expresiile (2) și (4) pentru componenta longitudinală a căderii de tensiune, se disting trei metode importante de reglare a tensiunii: (a) modificarea circulației de putere reactivă, (b) modificarea parametrilor rețelei și (c) introducerea de tensiuni adiționale.

### 3.1. Reglarea tensiunii prin modificarea circulației de putere reactivă

Această metodă de reglare a tensiunii este una din cele mai eficiente deoarece – în cazul reducerii circulațiilor de putere reactivă – pe lângă obiectivul primar, (reglajul de tensiune), contribuie și la reducerea pierderilor de putere și energie activă în rețea. Această metodă mai este denumită și *compensarea puterii reactive*, iar aplicarea ei presupune montarea în nodurile rețelei a unor instalații care să permită, după caz, injectarea sau absorbirea de putere reactivă. Asemenea instalații se numesc *instalații de compensare*.

Pentru a ilustra modul în care se aplică acest procedeu de reglaj vom considera cazul rețelei radiale din Fig. 2, caracterizate de impedanța:

$$\underline{Z} = R + j \cdot X \quad (6)$$

care alimentează un consumator ce absoarbe puterea aparentă:

$$\underline{S}_2 = P_2 + j \cdot Q_2 \quad (7)$$

Circulația de putere pe linie este  $P_2 + j \cdot Q_2$  iar tensiunea la consumator va fi:

$$U = U' - \Delta U = U' - \frac{R \cdot P_2 + X \cdot Q_2}{U} \quad (8)$$

Dacă pe barele consumatorului ar exista o instalație de compensare care să furnizeze local puterea reactivă  $Q_k$  (Fig. 3), circulația de reactiv pe linie s-ar reduce de la  $Q_2$  la  $Q_2 - Q_k$ . Astfel, se reduce și căderea de tensiune pe linie, iar tensiunea la consumator va crește la valoarea:

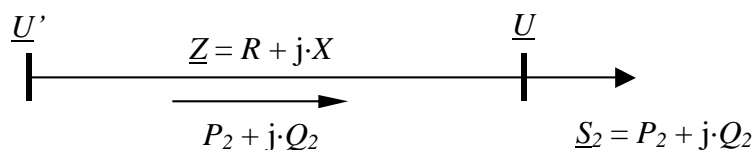
$$U_{\max} = U' - \Delta U = U' - \frac{R \cdot P_2 + X \cdot (Q_2 - Q_k)}{U} \quad (9)$$

deci  $U_{\max} > U$ .

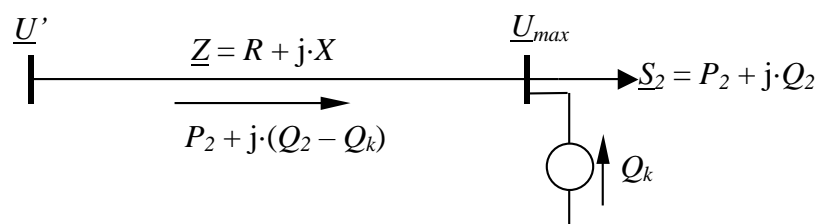
Dimpotrivă, dacă instalația de compensare de pe barele consumatorului ar absorbi o putere reactivă  $Q_k$  (Fig. 4), s-ar produce o creștere a circulației de reactiv pe linie, ceea ce ar avea ca efect creșterea căderii de tensiune și implicit micșorarea tensiunii la consumator:

$$U_{\min} = U' - \Delta U = U' - \frac{R \cdot P_2 + X \cdot (Q_2 + Q_k)}{U} \quad (10)$$

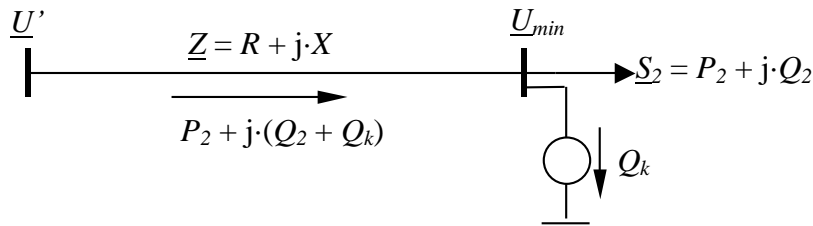
adică că  $U_{\min} < U$ .



**Fig. 2.** Rețeaua radială funcționând în regim normal.



**Fig. 3.** Rețeaua radială în regim de sarcină maximă



**Fig. 4.** Rețeaua radială în regim de sarcină minimă

Ca urmare, folosirea unei instalații de compensare capabilă să furnizeze și să absoarbă putere reactivă permite menținerea tensiunii la o valoare dorită sau între limite suficient de înguste prin reglajul instalației de compensare. Ca instalații de compensare, se pot folosi: generatoare sincrone, compensatoare sincrone, baterii de condensatoare sau bobine de reactanță.

Deoarece generatoarele sincrone reprezintă principala sursă de putere reactivă din sistem, ele sunt folosite mai puțin în scopul reglării tensiunii în nodurile rețelei (doar generatoarele sincrone din centralele locale). Cel mai frecvent, ca instalații de compensare se folosesc compensatoarele sincrone și bateriile de condensatoare.

### 3.2. Reglarea tensiunii prin modificarea parametrilor rețelei

În acest caz, reglarea tensiunii se poate face (a) prin modificarea numărului de elemente din rețea care funcționează în paralel sau (b) prin compensarea reactanței inductive a liniilor.

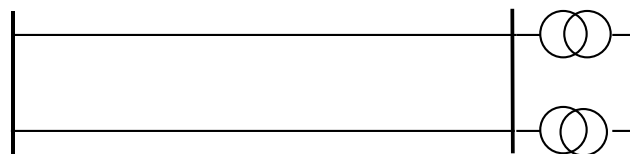
#### *Modificarea numărului de elemente care funcționează în paralel*

Dacă rețeaua conține două sau mai multe elemente de circuit (linii sau transformatoare) montate în paralel (Fig. 5), acestea pot fi folosite, în funcție de regimul de încărcare, în scopul reglajului de tensiune.

Astfel, în regimul de sarcină maximă, când pierderea de tensiune pe elementele rețelei tinde să crească, se funcționează cu ambele circuite și / sau transformatoare în paralel. Prin conectarea în paralel, reactanța echivalentă scade, determinând și scăderea căderii de tensiune pe ea.

Pe de altă parte, în regimul de sarcină minimă, prin deconectarea unui circuit de linie sau a unui transformator, crește reactanța echivalentă și odată cu ea căderea de tensiune pe linie sau transformator, contribuind la micșorarea tensiunii la utilizator.

În exploatare, deoarece transformatoarele sunt elemente de circuit suficient de fiabile și mai puțin expuse unor factori de risc exteriori, conectarea sau deconectarea transformatoarelor funcționând în paralel în scopul reglajului de tensiune sunt admise. Dimpotrivă, pentru liniile aeriene, care sunt elemente de circuit cu o siguranță mai redusă în funcționare, operațiile de conectare / deconectarea în scopul reglajului de tensiune nu sunt admise.



**Fig. 5.** Linii și transformatoare conectate în paralel.

### Compensarea reactanței inductive a liniilor

Unul din cele mai eficiente mijloace de reglare a tensiunii prin modificarea parametrilor rețelei constă în compensarea reactanței inductive a liniilor prin montarea în serie pe acestea a unor baterii de condensatoare (Fig. 6). Prezența bateriei de condensatoare (a cărei reactanță  $X_C$  are, în mod natural, caracter capacitiv), determină reducerea impedanței totale a rețelei  $X = X_L - X_C$ , și a pierderii de tensiune până la consumator:

$$\Delta U \cong \sqrt{3} \cdot (X_L - X_C) \cdot I_r \cong \frac{(X_L - X_C) \cdot Q}{U} \quad (11)$$

În plus, dacă bateria de condensatoare este prevăzută cu reglaj, în funcție de regimul de încărcare al liniei, aceasta poate funcționa *compensată total* ( $X_C = X_L$ ), *subcompensată* ( $X_C < X_L$ ) sau *supracompensată* ( $X_C > X_L$ ). În cazul regimului compensării totale, întreaga reactanță longitudinală a liniei este compensată, astfel încât pierderea de tensiune datorată circulației de putere reactivă se anulează.

Efectul compensării în sensul creșterii tensiunii se resimte pe linie doar după locul montării bateriei de condensatoare (Fig. 7). Ca urmare, în cazul în care linia alimentează un singur consumator, condensatorul poate fi montat oriunde pe linie, dar din considerente legate de protecția acestuia la scurtcircuit, se preferă montarea sa cât mai aproape de consumator (Condensatorul este parcurs de curenți de scurtcircuit numai când defectul se produce după locul de montare a condensatorului, spre consumator. Astfel, cu cât lungimea liniei din locul de montare spre consumator scade, cu atât se micșorează și probabilitatea producerii unor scurtcircuite).

Pe de altă parte, efectul de creștere a tensiunii se face simțit numai după punctul de montare a condensatorului (Fig. 7). De aceea, în cazul în care linia alimentează mai mulți consumatori, punctul de montare al bateriei de condensatoare trebuie astfel ales încât nivelul de tensiune să se mențină în limite rezonabile pentru toți consumatorii.

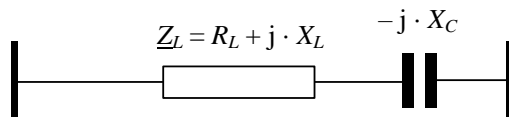


Fig. 6. Compensarea longitudinală a reactanței liniilor

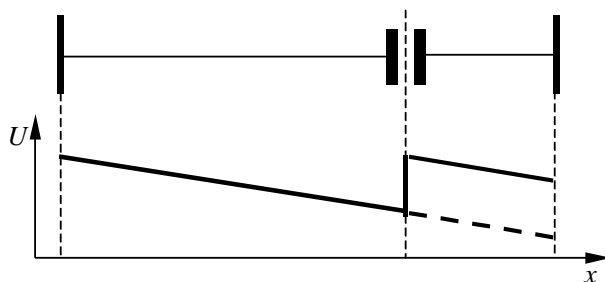


Fig. 7. Efectul montării unei baterii de condensatoare asupra valorii tensiunii pe linie.

### 3.3. Reglarea tensiunii prin introducerea de tensiuni suplimentare

Cel mai răspândit procedeu de reglare a tensiunii constă în introducerea unor tensiuni suplimentare cu ajutorul unor transformatoare sau autotransformatoare al căror raport de transformare poate fi reglat. Dacă tensiunile suplimentare introduse sunt în fază sau opoziție de fază cu tensiunea rețelei în punctul respectiv, se vorbește despre *reglajul longitudinal*, iar atunci când tensiunile suplimentare sunt în cuadratură

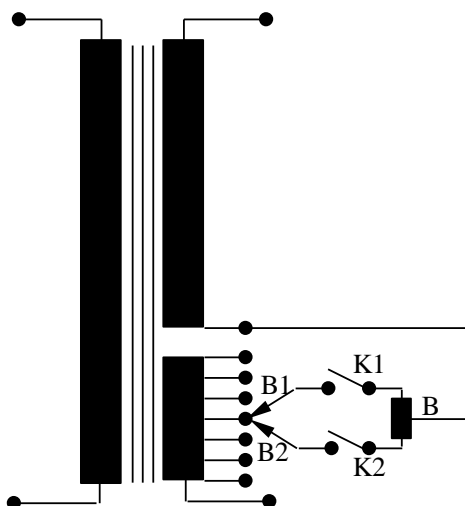
(defazate la  $\pm 90^\circ$ ), se vorbește despre *reglajul transversal*. Se poate folosi și o combinație a celor două variante, cunoscută ca *reglaj longo-transversal*. Reglajul longitudinal este cel folosit în vederea compensării pierderilor de tensiune, în timp ce celelalte două tipuri de reglaj, deoarece modifică faza tensiunii, se folosesc pentru modificarea circulațiilor de putere activă în rețelele buclate.

De asemenea, dacă reglajul de tensiune este asigurat prin comutatoarele de ploturi ale transformatoarelor și autotransformatoarelor de putere montate în rețea, se vorbește despre *reglajul direct*. Pe de altă parte, dacă reglajul se face cu ajutorul unor ansambluri de late transformatoare care se asociază unor transformatoare / autotransformatoare care nu sunt prevăzute cu comutatoare de ploturi, se vorbește despre *reglajul indirect*. Reglajul direct este de cele mai multe ori un reglaj longitudinal, în timp ce reglajul indirect corespunde, de regulă, reglajului transversal sau longo-transversal.

*Reglajul direct cu ajutorul transformatoarelor / autotransformatoarelor cu prize de reglaj*

În cazul reglajului direct, introducerea unei tensiuni suplimentare longitudinale se face prin modificarea numărului de spire din înfășurarea reglată. De regulă, există o priză mediană, în raport cu care introducerea unei tensiuni suplimentare se face în sensul creșterii sau descreșterii tensiunii rețelei.

Deoarece în cazul transformatoarelor înfășurarea de înaltă tensiune este parcursă de curenți mai mici (vezi procesul de comutație) și este dispusă la exterior (vezi accesul la prizele de reglaj), de obicei reglajul se face pe această înfășurare, folosind un comutator de ploturi, a cărui schemă de principiu este descrisă în Fig. 8. Brațele B1 și B2, împreună cu contactoarele K1 și K2 ale comutatorului, permit trecerea succesivă de pe o priză sau plot de funcționare pe alta (altul), iar bobina B are rolul de a limita curentul de circulație care apare în buclă atunci când contactoarele K1 și K2 sunt închise, iar brațele B1 și B2 se află pe prize distincte (așa-numita *poziție în punte*). Poziția normală de funcționare, cu contactoarele K1 și K2 închise și brațele B1 și B2 pe aceeași priză, se numește *poziție de lucru*.



**Fig. 8.** Transformator prevăzut cu comutator de ploturi.

Comutatoarele de ploturi se folosesc la transformatoarele de mare putere și permit reglajul tensiunii în sarcină. În cazul unor transformatoare de puteri mai mici (cum ar fi transformatoarele care echipează posturile de transformare din rețeaua de distribuție), utilizarea comutatoarelor de ploturi nu se mai justifică din punct de

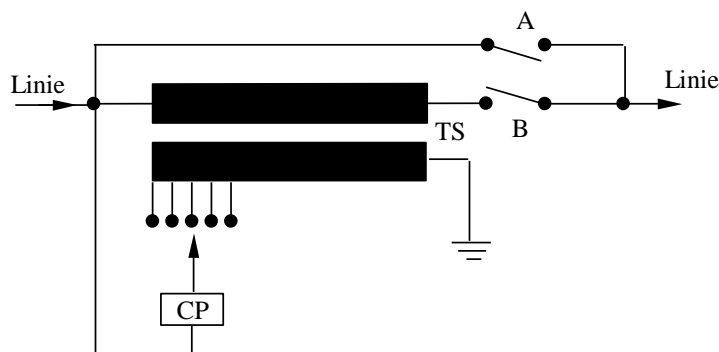
vedere economic, iar reglajul se face cu scoaterea transformatorului de sub tensiune. Pentru asemenea transformatoare se folosesc un număr mic de prize, de exemplu 3 sau 5 cu trepte de reglaj de  $\pm 5\%$  sau  $\pm 2.5\%$ . Pentru transformatoarele de mare putere gama de reglaj poate ajunge până la  $\pm 15\%$ , iar treptele de reglaj sunt mai fine, ajungând până la  $1.5\%$  sau chiar  $0.625\%$ .

*Reglajul indirect cu ajutorul unor transformatoare / autotransformatoare speciale*

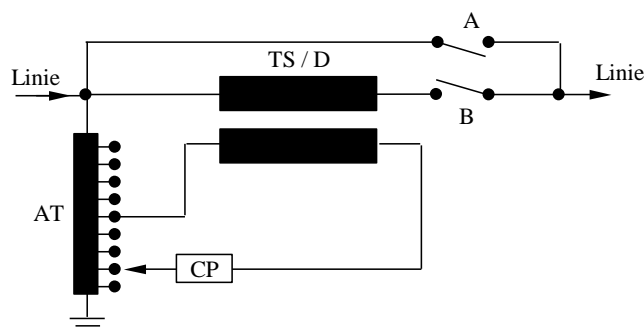
Pot exista situații în care să se dovedească mai avantajoasă din punct de vedere tehnic sau economic creșterea tensiunii într-un punct intermediar al rețelei și nu la extremitățile acesteia (când se folosește reglajul direct prin comutatoare de ploturi). În asemenea cazuri, se pot folosi instalații speciale denumite *transformatoare survoltare* (sau *buster*, din engleză „buster” = sprijin, ajutor), montate într-o schemă de tipul celei din Fig. 9. Primarul transformatorului survoltor este alimentat din linie, fie direct (cazul din Fig. 9), fie indirect prin intermediul altui transformator sau autotransformator. Secundarul transformatorului survoltor este înseriat pe linie și tensiunea indusă în secundar reprezintă tensiunea adițională longitudinală introdusă în rețea. Întrerupătoarele A și B pot fi folosite pentru introducerea transformatorului survoltor în circuit (A – deschis și B – închis) sau scoaterea acestuia din circuit (A – închis și B – deschis). Acționarea întrerupătoarelor A și B se poate face printr-o instalație de automatizare, care poate fi comandată de un releu de curent sau unul de tensiune. În general, se recomandă automatizarea după curent, deoarece variațiile acestuia în raport cu încărcarea liniei sunt mai pronunțate decât variațiile de tensiune (de exemplu, între regimul de gol și cel de sarcină maximă curentul variază cu  $100\%$ , în timp ce tensiunea cu numai  $10\text{-}15\%$ ).

Transformatoarele survoltare pot fi prevăzute cu reglaj sub sarcină (comutatorul de ploturi CP din Fig. 9) și permit introducerea unor tensiuni suplimentare în fază de până la  $10\text{-}15\%$  din tensiunea nominală a liniei. În acest context, utilizarea transformatoarelor survoltare în locul transformatoarelor de putere obișnuite, se justifică din punct de vedere economic deoarece puterea nominală a acestora – corespunzătoare tensiunii suplimentare introduse – reprezintă doar  $10\text{-}15\%$  din puterea nominală a unui transformator obișnuit.

Transformatorul survoltor din Fig. 9 permite introducerea numai de tensiuni longitudinale în fază cu tensiunea liniei, deci permite doar creșterea tensiunii în locul unde este montat. În cazul în care se dorește ca tensiunea adițională să fie în fază sau în opoziție de fază cu tensiunea liniei – deci creșterea sau scăderea tensiunii în locul de montare – se poate folosi o schemă de principiu ca cea din Fig. 10, care folosește un autotransformator auxiliar pentru alimentarea instalației, care acum se numește *transformator survoltor / devoltor*.



**Fig. 9.** Transformator survoltor pentru reglaj longitudinal indirect.

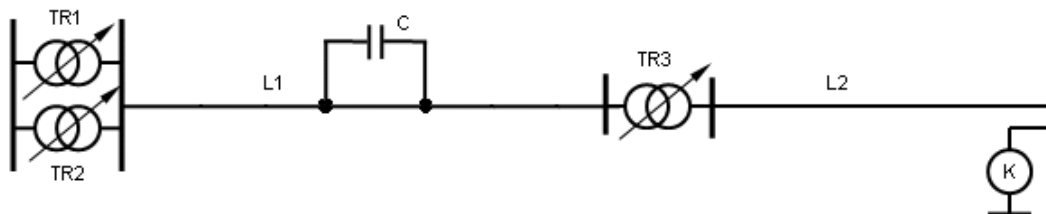


**Fig. 10.** Transformator survoltor / devoltor pentru reglaj longitudinal indirect.

Pe de altă parte, prin folosirea anumitor tipuri de conexiuni între transformatorul survoltor / devoltor și (auto)transformatorul de alimentare, o instalație cum este cea din Fig. 10 poate fi folosită pentru introducerea unor tensiuni suplimentare în cuadratură (reglaj transversal) sau cu un defazaj oarecare (reglaj longo-transversal). Asemenea tipuri de instalații pot fi folosite și în scopul modificării circulațiilor de putere activă / reactivă în rețelele buclate.

### ***Programul de simulare a metodelor de reglaj al tensiunii***

Pentru studiul căderilor de tensiune și al metodelor de reglaj, se va folosi programul Reglarea Tensiunii. În continuare, se prezintă cu ajutorul unui exemplu practic, etapele de utilizare ale acestui program. Rețeaua studiată are configurația din Fig.11, cu un consumator alimentat prin două linii aflate la diferite trepte de tensiune.



**Fig.11.** Schema de studiu

Pentru acest exemplu s-au considerat următorii parametri ai elementelor componente:

#### **Transformatoarele TR1 și TR2 (identice):**

Tensiune nominală a înfășurării de înaltă tensiune:  $U_{IT} = 110 \text{ kV}$

Tensiune nominală a înfășurării de joasă tensiune:  $U_{JT} = 22 \text{ kV}$

Putere nominală:  $S_n = 16 \text{ MVA}$

Pierderi de putere în cupru:  $\Delta P_{Cu} = 97 \text{ kW}$

Pierderi de putere în fier:  $\Delta P_{Fe} = 24 \text{ kW}$

Tensiune de scurtcircuit:  $u_{sc} = 10 \%$

Curent de mers în gol:  $i_0 = 1.2 \%$

Comutator ploturi:  $12 \times 1.25 \%$

#### **Transformatorul TR3**

Tensiune nominală a înfășurării de înaltă tensiune:  $U_{IT} = 20 \text{ kV}$

Tensiune nominală a înfășurării de joasă tensiune:  $U_{JT} = 6.3 \text{ kV}$

Putere nominală:  $S_n = 1.6 \text{ MVA}$

Pierderi de putere în cupru:  $\Delta P_{Cu} = 20.20 \text{ kW}$




Pierderi de putere în fier:  $\Delta P_{Fe} = 4.35 \text{ kW}$   
Tensiune de scurtcircuit:  $u_{sc} = 6 \%$   
Curent de mers în gol:  $i_0 = 1.7 \%$   
Comutator ploturi:  $5 \times 1.0 \%$

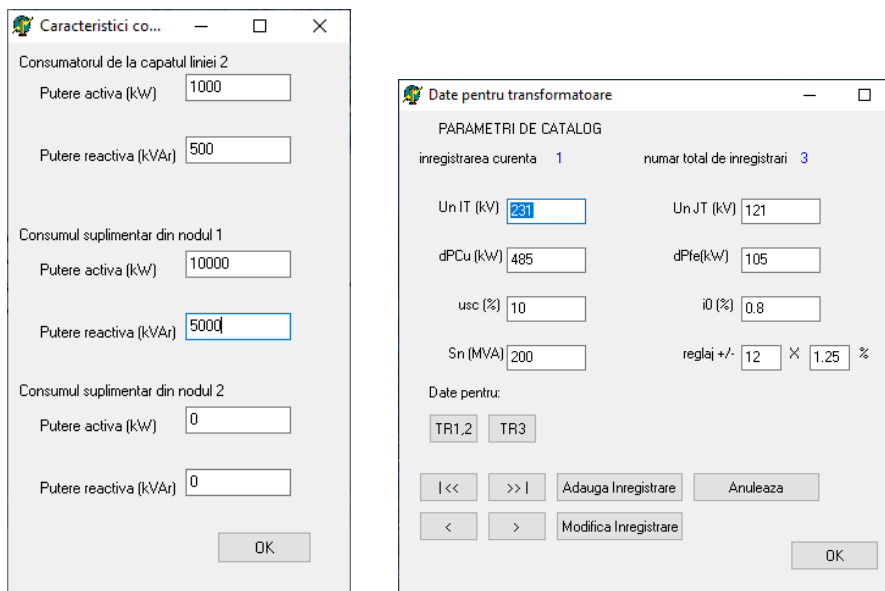
**Linia L1** (secțiune transversală  $185 \text{ mm}^2$ )  
rezistență specifică  $r_0 = 0.16 \Omega/\text{km}$   
reactanță specifică  $x_0 = 0.4 \Omega/\text{km}$   
lungime:  $l = 5+5 \text{ km}$

**Linia L2** (secțiune transversală  $85 \text{ mm}^2$ )  
rezistență specifică  $r_0 = 0.32 \Omega/\text{km}$   
reactanță specifică  $x_0 = 0.4 \Omega/\text{km}$   
lungime:  $l = 1 \text{ km}$

## 1. Introducerea datelor de intrare

Folosind butoanele , se introduc pe rând parametrii transformatoarelor și liniilor indicați mai sus, valoarea susceptanței condensatorului de pe linia 1 (cu rol de compensare longitudinală a reactanței liniei) și caracteristicile consumatorului. Pentru fiecare tip de element (linii, transformatoare, condensator și consumator), parametrii se introduc în ferestre separate (Fig.12). S-a considerat că nu se folosește compensarea transversală a liniei 1.

Pentru a simula încărcarea transformatoarelor TR1-TR2 în condiții reale, în nodul 1 se prevede o încărcare suplimentară, care reprezintă consumul global al celorlalte plecări din acest nod.



**Caracteristici co...**

Consumatorul de la capatul liniei 2

Putere activa (kW)

Putere reactiva (kVAr)

Consumul suplimentar din nodul 1

Putere activa (kW)

Putere reactiva (kVAr)

Consumul suplimentar din nodul 2

Putere activa (kW)

Putere reactiva (kVAr)

OK

**Date pentru transformatoare**

PARAMETRI DE CATALOG

inregistrarea curenta 1      numar total de inregistrari 3

Un IT (kV)       Un JT (kV)

dPCu (kW)       dPfe(kW)

usc (%)       i0 (%)

Sn (MVA)       reglaj +/-  X  %

Date pentru:

TR1,2    TR3

| <<    >> |    Adauga Inregistrare    Anuleaza

<    >    Modifica Inregistrare

OK

**Fig.12 a** Introducerea datelor de intrare – parametrii rețelei

**Fig.12 b** Introducerea datelor de intrare – parametrii rețelei

## 2. Selectarea metodelor de reglare a tensiunii

Programul permite reglarea tensiunii prin:

- reglarea circulației de putere reactivă, cu ajutorul unei instalații de compensare montată la consumator, care va absorbi sau va injecta putere reactivă în rețea, după caz;
- modificarea parametrilor rețelei, prin compensare longitudinală pe linia 1 și funcționarea în nodul 1 cu unul sau două transformatoare în paralel;
- reglarea ploturilor transformatoarelor (modificarea raportului de transformare).

Fereastra care permite selectarea metodelor de reglare a tensiunii alese de către utilizator (Fig.13) se apelează cu ajutorul butonului

## 3. Calculul și afișarea rezultatelor

Programul va afișa numeric (în unități de măsură absolute, valori complexe) și grafic (în unități relative, modul) valorile tensiunii în punctele esențiale din rețea, conform configurației și metodelor de reglare alese. Calculul și afișarea grafică se apelează cu ajutorul butoanelor și În Fig. 14 și 15 sunt prezentate rezultatele obținute în două cazuri de calcul:

- nu se aplică nici o metodă de reglare a tensiunii (Fig.14):
- se crește raportul de transformare al transformatorului TR3 cu 5 % (Fig.15).

Se observă în al doilea caz scăderea tensiunii la consumator și majorarea semnificativă a căderii de tensiune pe TR3.

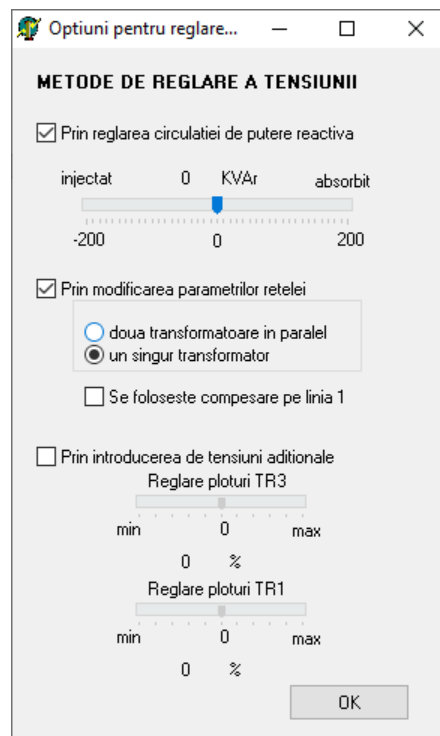


Fig.13 Metode de reglare a tensiunii

### Temă:

Se va studia evoluția valorilor tensiunii pe rețea, pentru diferite valori ale parametrilor de intrare și diverse metode de reglare a tensiunii.

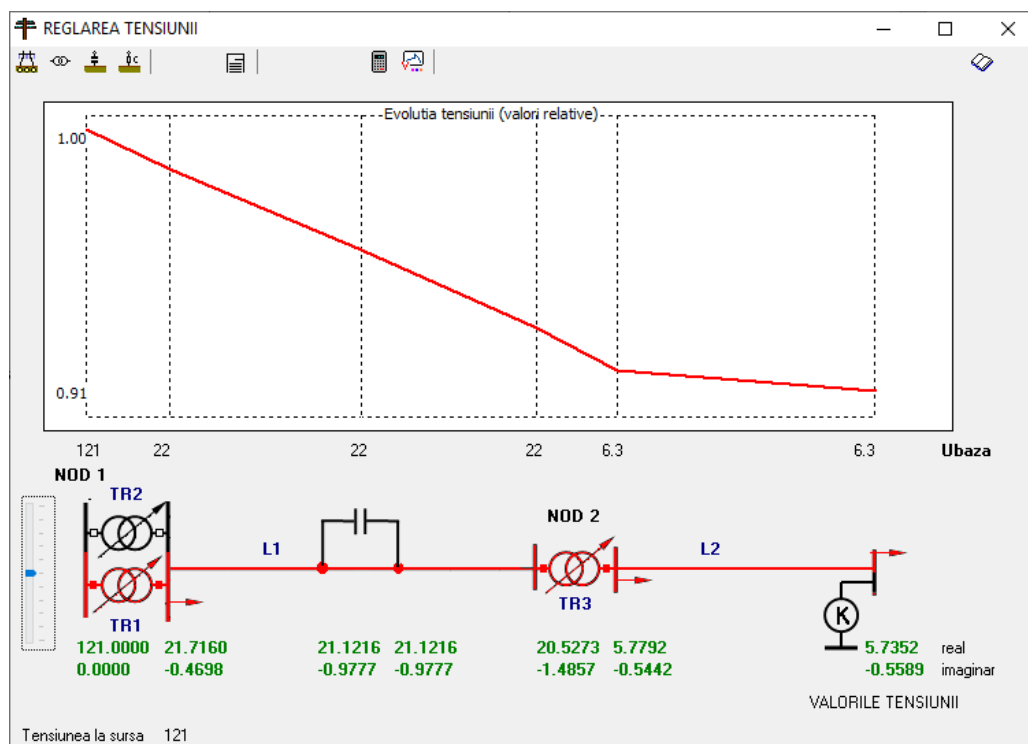
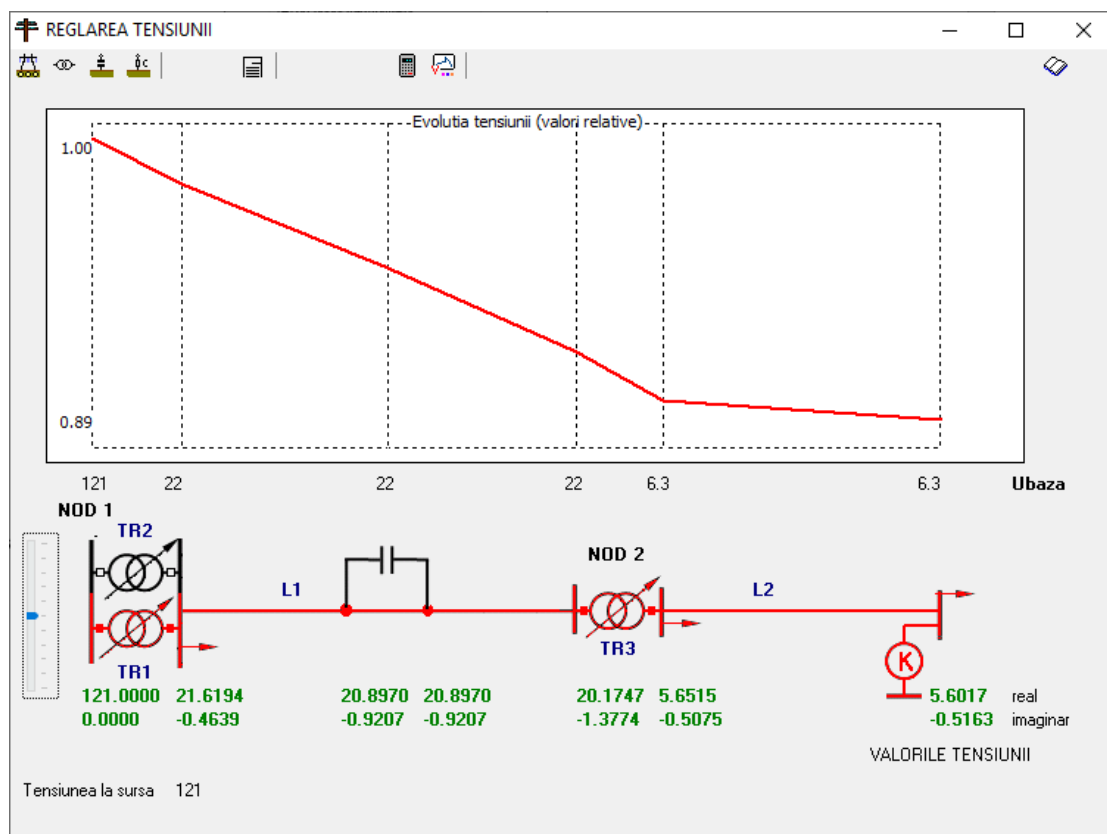


Fig.14 Evoluția tensiunii pe linie (nu se folosește reglarea)



**Fig.14** Evoluția tensiunii pe linie (compensare putere reactivă în nodul 2)