

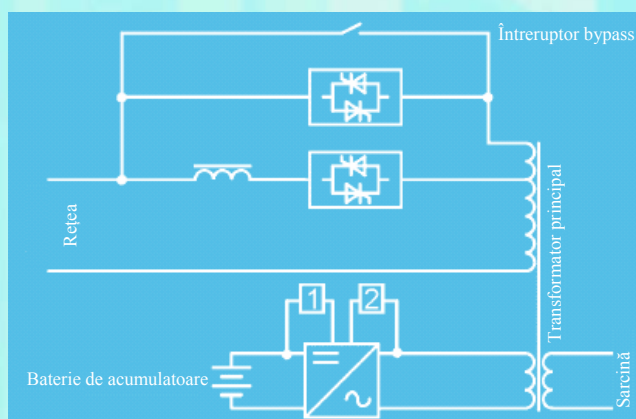
Ghid de Aplicare - Calitatea Energiei Electrice



Reziliență

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

4.3.1



Reziliență

Reziliență

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Prof. Henryk Markiewicz & Dr. Antoni Klajn
Wroclaw University of Technology
Iunie 2003



Acest ghid este realizat ca parte a Inițiativei Leonardo pentru Calitatea Energiei Electrice, un program european de educație și învățare, sub egida și cu suportul Comunității Europene (în programul Leonardo da Vinci) și International Copper Association. Pentru alte informații privind acest program a se vedea www.lpqi.org.

European Copper Institute (ECI)

European Copper Institute este un joint venture între ICA (International Copper Association) și membrii IWCC (International Wrought Copper Council). Prin membrii săi, ECI acționează în numele celor mai mari producători de cupru din lume și a principalilor prelucrători din Europa, pentru promovarea cuprului în Europa. Apărută în ianuarie 1996, ECI are suportul unei rețele de zece Copper Development Association („CDAs”) în Benelux, Franța, Germania, Grecia, Ungaria, Italia, Polonia, Scandinavia, Spania și Regatul Unit. ECI continuă eforturile întreprinse inițial de către Copper Products Development Association, apărută în 1959 și INCRA (International Copper Research Association), apărută în 1961.

Societatea Inginerilor Energeticieni din România

Societatea Inginerilor Energeticieni din România - SIER, constituită în 1990, este o asociație profesională, autonomă, cu personalitate juridică, neguvernamentală, apolitică, fără scop patrimonial. Scopul Societății este de a contribui activ atât la creșterea rolului și eficienței activității inginerilor energeticieni, cât și la stabilirea orientărilor, promovarea progresului tehnic și îmbunătățirea legislației în domeniul energetic. SIER promovează un schimb larg de informații, cunoștințe și experiență între specialiștii din domeniul energetic prin cooperarea cu organizații similare naționale și internaționale. În anul 2004 SIER a semnat un acord de parteneriat cu European Copper Institute pentru extinderea și în România a programului LPQI (Leonardo Power Quality Initiative), program educațional în domeniul calității energiei electrice, realizat cu suportul Comisiei Europene. În calitate de partener al ECI, SIER se va implica în desfășurarea unei ample activități de informare și de consultanță a consumatorilor de energie electrică din România.

Atenționare

Conținutul acestui proiect nu reflectă în mod necesar poziția Comunității Europene și nu implică nici o responsabilitate din partea Comunității Europene.

European Copper Institute, Wroclaw University of Technology și Societatea Inginerilor Energeticieni din România își declină răspunderea pentru orice daune directe, indirecte, subsidiare sau incidentale care ar putea să rezulte în urma utilizării informațiilor sau a inabilității de a utiliza informațiile și datele cuprinse în această publicație.

Copyright© European Copper Institute, Wroclaw University of Technology și Societatea Inginerilor Energeticieni din România.

Reproducerea prezentului document este permisă numai sub forma sa integrală și cu menționarea sursei.



Membră a
EURIEL

Societatea Inginerilor Energeticieni din România
No. 1, Lacul Tei Avenue, PO/BOX 30-33
020371 Bucharest
Romania

Tel: 4 0722 36 19 54
Fax: (4 021) 610 52 83
Email: office@sier.ro
Websites: www.sier.ro



European Copper Institute
168 Avenue de Tervueren
B-1150 Brussels
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70
Fax: 00 32 2 777 70 70
Email: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Introducere

Proiectarea unui sistem de alimentare cu energie electrică reprezintă un compromis între interesele consumatorilor – fiabilitatea și calitatea alimentării – și cele ale furnizorilor – nivele realiste ale investițiilor și ale costurilor de funcționare. O anumită flexibilitate, care permite abateri de la parametrii “perfecti” ai calității energiei electrice, ar putea fi acceptată în vederea realizării unor sisteme de alimentare mai ieftine și mai simple; ea nu trebuie însă să fie irosită acceptând o mentenanță redusă și proceduri de funcționare care să compromită fiabilitatea.

Echipamentul electric este proiectat să funcționeze optim în condiții normale de lucru, ceea ce înseamnă că tensiunea de alimentare se află în domeniul admis, iar frecvența între limitele de toleranță, că tensiunea are distorsiuni reduse și este simetrică și că sunt respectate condițiile de mediu specificate de producător. Funcționarea în afara acestor limite conduce la creșterea pierderilor, reducerea eficienței și funcționarea nepredictibilă. Abaterile mari pot produce chiar deteriorarea în urma funcționării incorecte a dispozitivelor de protecție.

Calitatea tensiunii are o influență decisivă asupra funcționării echipamentului. Calitatea tensiunii în nodul de racord al instalației (punctul comun de cuplare) este redusă în plus de efectele pe care le au alte sarcini din instalație și din cauza impedanței cablurilor, astfel încât calitatea tensiunii la bornele echipamentului este și mai redusă. Această situație este și mai gravă atunci când sarcinile prezintă o caracteristică tensiune – curent neliniară.

Incidentele produse de întreruperea alimentării sau de calitatea redusă a tensiunii electrice sunt întotdeauna inoportune și pot fi serioase. În spitale există un risc evident pentru pacienții care sunt în operație sau în timpul unui tratament intensiv. Clădirile publice, ca sălile de teatru, cinematografele, sălile de expoziții etc, în care publicul este concentrat într-un spațiu limitat și nefamiliar, prezintă un risc particular, în cazul întreruperilor în alimentarea cu energie electrică. Industriile prelucrătoare, în special cele în care se desfășoară procese continui (fabricile de hârtie, oțel) sau de înaltă tehnologie (semiconductoare) necesită cicluri de restabilire lungi după orice întrerupere a alimentării.

Categorie	Criterii de fiabilitate	Soluții posibile	Tipuri de consumator
I de bază	Întreruperile și defectele în alimentarea cu energie electrică pot fi relativ lungi, mai multe minute.	O singură linie electrică de racord la rețea. Nu este necesară sursă de rezervă.	Case individuale, blocuri mici.
II medie	Întreruperile și defectele în alimentarea cu energie electrică trebuie să fie limitate la câteva zeci de secunde.	Grup Diesel-generator electric. Iluminat de siguranță.	Blocuri înalte
III înaltă	Întreruperile și defectele în alimentarea cu energie electrică trebuie să fie limitate la durate în domeniul de la zeci de ms la 1s.	Două linii independente de racord la rețeaua electrică de distribuție. Sursă de rezervă conectabilă automat	Hoteluri mari, spitale, stații de radio emisie sau TV, gări, aeroporturi.
IV foarte înaltă	Alimentare continuă. Întreruperea alimentării unor anumiți consumatori nu este permisă.	Alimentare de rezervă conectabilă instantaneu, grup diesel-generator.	Bănci, centre de afaceri.

Tabel I – Categoriile de consumatori din punct de vedere al fiabilității alimentării cu energie electrică [5]

În principiu toți utilizatorii industriali și comerciali au sarcini individuale sau grupuri de sarcini care necesită o calitate a alimentării sau o fiabilitate a acesteia mai ridicată decât cele oferite de rețeaua publică de alimentare. Adesea cerințele acestor consumatori sunt relativ modeste și pot fi îndeplinite ușor folosind o sursă auxiliară sau o sursă neîntreruptibilă. Piața oferă o gamă largă de astfel de surse, astfel încât alegerea depinde de caracteristicile sarcinii și de tipul, durata și severitatea defectului de alimentare care pot fi tolerate.

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Disponibilitatea unui sistem de alimentare cu energie electrică este dată de:

$$Disponibilitate = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n t_{Fi}}{\sum_{i=1}^m t_{Bi} + \sum_{i=1}^n t_{Fi}} \quad (1)$$

unde:

- t_{Bi} – durata de funcționare i între întreruperi;
- t_{Fi} – durata de defect i ;
- m – numărul duratelor de funcționare între defecte;
- n – numărul de defecte observate în intervalul de timp dat.

Durata de defect trebuie să includă timpul necesar pentru refacere după întrerupere, pentru repornire și pentru atingerea întregii capacități de producție. Repornirea unui proces este foarte rar instantanee. Anumite procese se desfășoară în corelație cu altele, anterioare, astfel încât nu pot fi repornite până când secvența funcțională nu este restabilă.

Figura 1 ilustrează un scenariu posibil în care:

- t_a – durata defectului de alimentare;
- t_{ae} – durata echivalentă a defectului de alimentare estimată în funcție de valoarea pierderilor de producție;
- t_s – durata necesară pentru repornirea producției;
- E_e – eficiența standard.

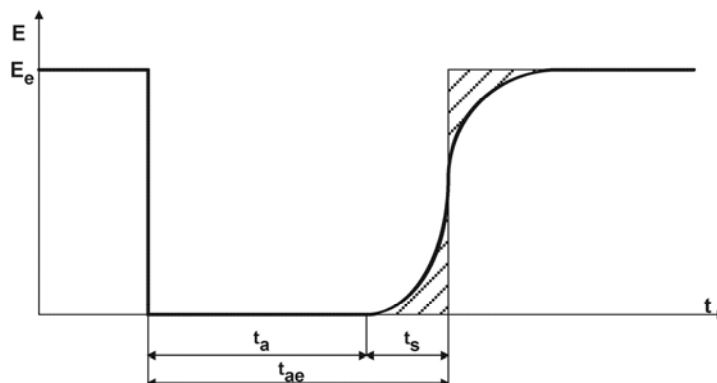


Fig.1 – Eficiența producției după un defect de alimentare

Durata reală a întreruperii ar trebui să includă suprafața hașurată. Costul întreruperii în alimentare nu este, în mod necesar, proporțională cu durata evenimentului. Figura 2 prezintă câteva exemple.

În multe cazuri poate să existe un element al costului independent de timp care se reflectă imediat după apariția defectului. Un exemplu este cel al industriei hârtiei, unde pasta este transformată în hârtie într-un proces continuu sub acțiunea unor role și calandre care necesită un bun control al tensiunii. Defecțiunile din procesul de control conduc la oprirea procesului de producție și toate produsele procesate trebuie să fie îndepărtate și răzuite – o sarcină care poate necesita mai multe ore de muncă (om-ore muncă). Acest caz este reprezentat prin curba 1 din figura 2. Costul întreruperii este relativ independent față de timp și foarte mare.

Cealaltă extremă ar putea fi reprezentată de un comerciant cu amănuntul care vinde produse neperisabile. Absența alimentării produce o pauză de comerț, care este reluat la refacerea alimentării. Această situație este reprezentată de curba 2 din fig. 2. Costul inițial este mic, dar crește în funcție de timp deoarece vânzarea se întrerupe, deși, dacă durata nu este prea mare, anumite forme de comerț se vor putea deplasa în timp și nu vor fi pierdute.

Curba 3 reprezintă un centru de date. Un asemenea centru va avea o sursă neîntreruptibilă (UPS), care asigură, cel puțin o refacere în termen scurt, astfel încât costul inițial este mic. Totuși, deoarece timpul de asigurare a alimentării este limitat, alte acțiuni trebuie să fie luate pentru a se asigura continuitatea funcționării. Există mai multe opțiuni posibile. În curba 3 se presupune că un centru comercial de rezervă, îndepărtat, va fi alertat în vederea unui transfer posibil de operații, suferind o semnificativă încărcare. Ceva mai târziu, într-un interval de timp planificat, presupunând că alimentarea nu a fost restabilă, centrul îndepărtat va fi conectat, rezultând o sarcină dependentă de timp. În urma defectării ar trebui să se țină seama de costul adițional pentru refacerea alimentării la centrul inițial.

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

La cealaltă extremitate a scalei tehnologice, curba 4 reprezintă situația unei ferme avicole. O întrerupere de scurtă durată nu produce vreun efect, dar întreruperea ventilării poate conduce la sufocarea păsărilor și la accelerarea creșterii costurilor.

Aceste scenarii reprezintă industrii foarte variate dar au, totuși, elemente comune. În primul rând, dacă o defecțiune durează suficient de mult, este posibil ca aceste costuri ale pierderilor să atingă nivele comparabile cu resursele disponibile ale organizației, impunând acțiuni viitoare la risc. În cel de-al doilea rând, în timpul defectului și a repunerii în funcțiune, organizația nu mai poate satisface clienții, ceea ce poate conduce la pierderea încrederii acestora în organizație. Acestea se aplică în special pentru aranjamentele de tipul furnizării „exact la termen” ca în cazul hârtiei de ziar care trebuie fabricată, tipărită, citită și eliminată doar în câteva zile.

Întreruperea completă – caracterizată prin lipsa totală a tensiunii - este numai una dintre numeroasele perturbații ale tensiunii. Altele vor fi prezentate în Secțiunea 5 a acestui Ghid.

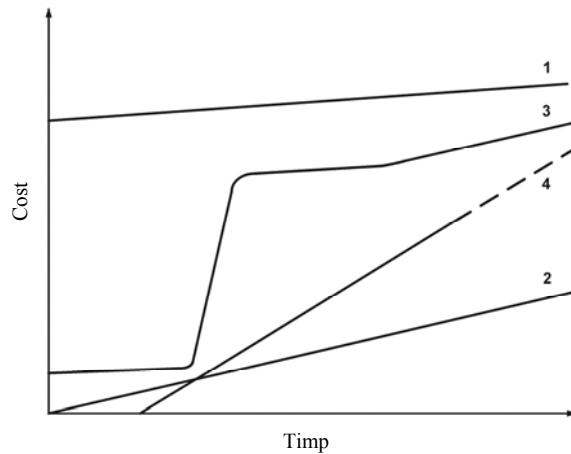


Fig. 2 – Caracteristici timp – cost tipice

Surse de energie electrică de rezervă

Introducere

Caracteristicile importante ale unei surse de energie electrică de rezervă sunt:

- puterea și energia stocată
- tipul de transfer
- durata maximă de generare
- eficiența
- costul de instalare și de mentenanță

Sursa ideală ar trebui să aibă putere și energie infinite, timpul de conectare nul, durată de generare infinită și cost redus. Deoarece asemenea surse nu există, se apelează la diferite soluții de compromis. Alegerea sursei depinde de consumator și de anumite condiții care sunt cerute. Echipamentele IT, de exemplu, cer o alimentare continuă, adică având timp de comutare nul pentru a se evita pierderea unor date. În urma transferului, echipamentul poate necesita să fie alimentat un timp suficient de mare până la scoaterea din funcțiune (să zicem 20 minute) sau poate necesita o alimentare continuă pentru a funcționa. În primul caz o UPS poate fi suficientă, însă în cel de al doilea, o sursă suplimentară de energie va fi necesară, ca de exemplu, un grup diesel-generator, ca sursă de durată și o UPS care să asigure alimentarea în perioada de pornire a grupului. În mod alternativ, în cazul unei fabrici de hârtie care are un motor de mare putere a cărui alimentare nu ar putea fi asigurată de o UPS pentru o durată rezonabilă de timp, ar putea fi justificată dublarea conexiunii la rețea.

Această secțiune este dedicată metodelor de rezervare și surselor de rezervă. Gruparea acestor metode este dată în tabelul 2 și în figura 3. Ele pot fi caracterizate cu ajutorul a diferiți parametri dați în tabelul 2.

Cablu de rezervă

În cazul în care puterea cerută este mare și costul este justificat, ca în situația unor întreprinderi care au procese continui, cum este cazul fabricilor de hârtie sau al laminoarelor, trebuie să fie prevăzute două căi independente de alimentare de la rețeaua de distribuție. Această soluție este eficace numai dacă cele două căi sunt electric independente, adică un defect singular nu trebuie să afecteze ambele căi simultan. Soluția depinde de structura rețelei și, adesea, această cerință nu poate fi îndeplinită decât dacă se folosesc linii lungi (și scumpe).

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Tip	Putere	Tip de conectare	Cost
Dublarea căii de alimentare	infinită	foarte scurt	foarte ridicat
Grup motor – generator	efectiv infinită	de la lung la foarte scurt	mediu către ridicat
Baterie de acumulatori	medie	foarte scurt	scăzut
Sisteme cu surse neîntreruptibile (UPS)	medie	foarte scurt	mediu către ridicat
Acumulare în aer comprimat (CAES)	joasă către medie	foarte scurt	mediu către ridicat

Tabelul 2 – Metode și surse de alimentare de rezervă

Utilizarea a două căi independente de alimentare de la rețeaua electrică de distribuție nu exclude folosirea unei alte surse de rezervă. Este puțin probabil că această soluție va reduce numărul sau severitatea perturbațiilor tensiunii, deoarece sistemul de distribuție permite golurilor de tensiune – efect al defectelor - să se propage pe arii extinse.

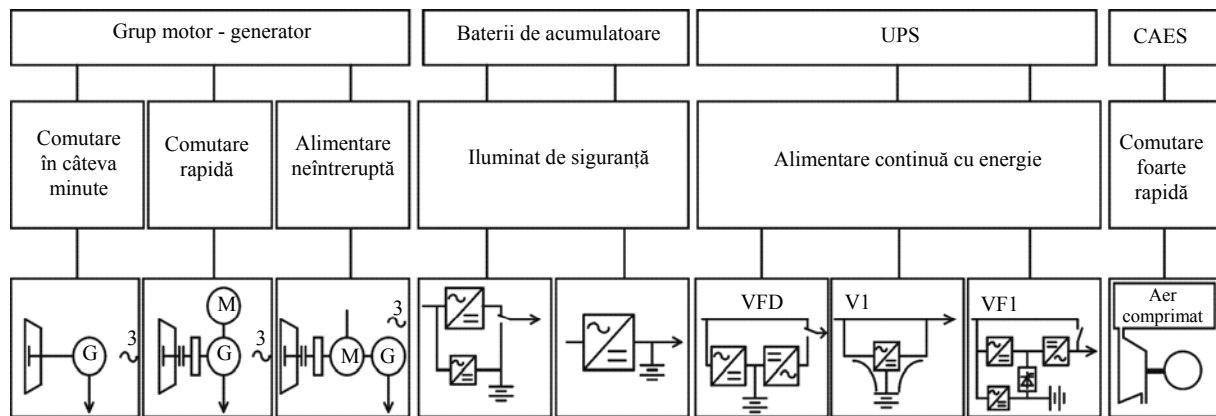


Fig. 3 – Tipuri de surse de rezervă.

Grupuri motor – generator (Engine generating sets - EGS)

Grupurile motor – generator sunt, în general, alcătuite din unul sau mai multe motoare cu ardere internă de tip Diesel, folosite ca sursă de energie mecanică, un generator electric pentru conversia mecano-electrică, acceleratoare, sisteme de reglare și de control, întreruptor. Acest tip de echipament poate fi proiectat ca să funcționeze un timp relativ lung, de la câteva ore până câteva zile sau să funcționeze în mod continuu. EGS sunt disponibile într-o gamă largă de puteri, uzual de la câteva zeci de kW până la câțiva MW. Se pot folosi și turbine cu gaz în cazul în care se cer puteri mari, de ordinul MW, de ex. pentru acoperirea vârfului de sarcină sau pentru cogenerare.

EGS sunt, de asemenea, utilizate și în situațiile speciale când nu există rețea electrică de alimentare, ca în cazul navelor marine sau atunci când există o cerere mare, pe termen scurt, ca în cazul evenimentelor sportive televizate. Aceste aplicații nu fac obiectul prezentului Ghid.

EGS pot să funcționeze în două moduri diferite, notate aici ca grupul I și grupul II.

Grupul I EGS demarează în momentul dispariției alimentării cu energie electrică (4a, b). Demararea motorului Diesel este asigurată de bateriile secundare. Este evident că, în această structură, este necesar un interval de timp între momentul dispariției tensiunii și momentul în care generatorul poate să alimenteze sarcina. În cea mai simplă structură, EGS este conectat manual (figura 4a). Chiar dacă de cele mai multe ori, grupul este conectat automat (figura 4b), tot nu poate fi evitată o întârziere de 6 – 15 secunde la unitățile mici și până la 180 secunde

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

la cele mari. În vederea reducerii timpului de conectare și de transfer, anumite EGS sunt menținute în funcționare chiar dacă sunt în rezervă.

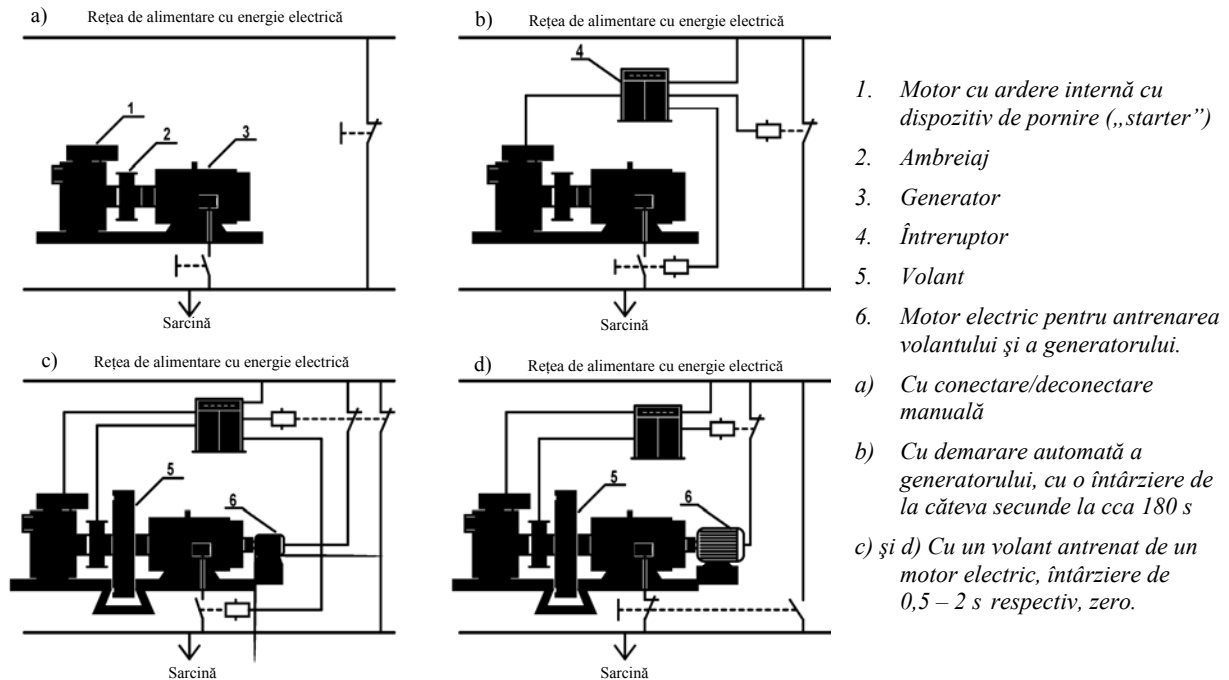


Fig. 4 – Grupuri motor – generator

Grupul II EGS are un timp de transfer mai mic de 2 secunde (figura 4c) sau chiar nul (figura 4d). Această structură este echipată cu un volan, ce are o inerție mecanică mare, aflat pe axul generatorului. În situația în care alimentarea de la rețea este asigurată, generatorul și volantul sunt antrenate la viteza necesară. În structura din fig 4c, atunci când are loc o întrerupere a alimentării cu energie electrică, ambreiajul electromagnetic conectează volantul cu motorul Diesel, care pornește și antrenează generatorul electric. Pornirea motorului și încărcarea sarcinii se realizează automat în 0,5 – 2 secunde.

În structura din figura 4d, în timpul funcționării normale a sistemului, energia electrică nu este asigurată de la rețea, ci de la un generator antrenat de un motor electric conectat la rețea. În cazul dispariției tensiunii, inerția volanului asigură energia necesară pornirii motorului prin intermediul unei cuple electromagnetice. Apoi motorul cu ardere internă antrenează generatorul care asigură alimentarea cu energie electrică într-un interval de timp de transfer egal cu zero. Figura 5 ilustrează câteva implementări posibile ale conceptului prezentat în figurile 4c și 4d.

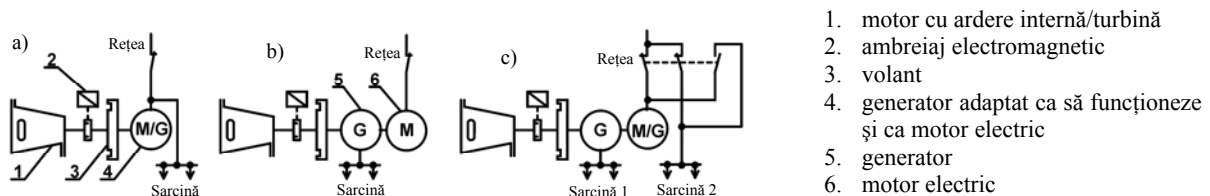


Fig. 5 – Grupuri motor – generator echipate cu volan, pentru un timp de transfer egal cu zero

- a) cu generator care funcționează în condiții normale de alimentare ca motor
- b) cu generator antrenat permanent de un motor
- c) cu generator antrenat în condiții normale de alimentare de către un motor/generator:
Sarcina 1 – alimentată fără întrerupere, sarcina 2 – alimentată cu o scurtă întrerupere în timpul conectării de la rezervă la motor/generator sau în timpul revenirii la alimentarea de la rețea

EGC proiectate adecvat pot să îndeplinească numeroase cerințe în calitatea de surse de rezervă sau ca surse cu funcționare permanentă. Se pot realiza durate de transfer egale cu zero și, astfel, calitatea energiei electrice poate fi înaltă dacă generatorul este corespunzător sarcinii electrice (dacă impedanța sursei este suficient de mică).

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Pe de altă parte, EGC-urile, în special unitățile de mare putere, pot să aibă câteva dezavantaje. Ele sunt zgomotoase (nivelul mediu de zgomot este 70 – 95 dB), mari și grele, necesită un stoc de combustibil, admisie de aer și sistem de evacuare. În consecință aceste generatoare sunt instalate în clădiri separate, la distanță față de clădirile locuite.

Baterii de acumuloare

Acumuloarele secundare sunt utilizate ca sisteme electronice UPS și, așa cum s-a prezentat mai înainte, în anumite tipuri de EGC-uri pentru pornirea motorului Diesel și a circuitelor de control a alimentării. Ele sunt larg utilizate și în unități independente ca iluminatul de siguranță, echipamentul de salvare, calculatoarele și echipamente de telecomunicații. Acumuloarele sunt utilizate, în principal, pentru alimentarea consumatorilor care funcționează la tensiune continuă sau alternativă, de ex. iluminat. Acumuloarele folosite pentru alimentarea sarcinilor ce funcționează la tensiune alternativă sunt echipate cu convertoare CC/CA.

Unitățile de baterii de acumuloare de mare capacitate pot fi folosite pentru a acoperi vârful de sarcină în rețelele de medie tensiune (MT). Această aplicație nu va fi analizată aici.

Există două soluții de bază a acumulării în baterii. În prima, sarcina poate fi alimentată de la sursa principală până la defectarea acesteia, după care sarcina este conectată la baterie (fig. 6a). În cea de a doua soluție, sarcina este alimentată permanent din baterie, care este în mod constant încărcată de la sursa principală atâta timp cât aceasta este disponibilă (fig 6b).

În figura 6a, sarcina de tensiune continuă este, în mod normal, alimentată de la sursa principală prin intermediul unui redresor, în timp ce bateria este alimentată permanent prin intermediul unui alt redresor, separat. Atunci când sursa principală se defectează sau atunci când tensiunea este necorespunzătoare, sarcina este conectată la baterie într-un interval de timp scurt, dar nu nul. Acest tip de sistem este convenabil pentru iluminatul de siguranță sau de evacuare.

Structurile din figura 6b arată o sarcină de tensiune continuă alimentată de la redresorul principal în paralel cu bateria. Atât timp cât sursa principală este disponibilă, ea este folosită pentru alimentarea sarcinii și încărcarea bateriei. Atunci când sursa principală nu este disponibilă, bateria alimentează sarcina. Timpul de transfer este nul, acest tip de structură fiind recomandabil pentru alimentarea memoriilor volatile din echipamentele care folosesc calculatoare. Această structură este de asemenea, frecvent utilizată pentru rațiuni de funcționalitate și de comoditate în echipamentele utilizatorului, de exemplu să păstreze în funcțiune cronometrul din videoînregistratoare sau din ceasuri de alarmare. Timpul nul de transfer este un avantaj evident al acestei soluții. Totuși, fiabilitatea structurii prezentate în figura 6a este mai bună decât pentru cea din figura 6b deoarece, în primul caz, bateria este alimentată printr-un redresor independent. Eficiența dispozitivelor secundare de încărcare a bateriilor este estimată la 90 – 97 %.

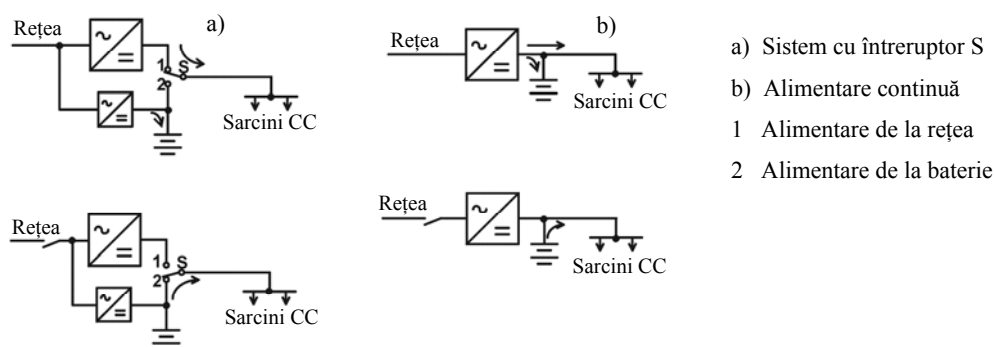


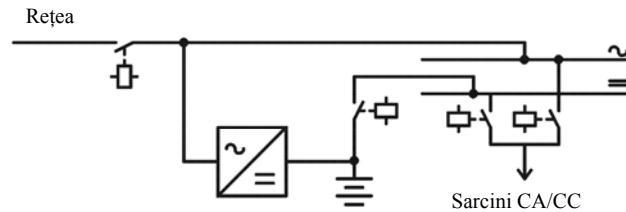
Fig. 6 – Diferite opțiuni pentru surse de rezervă pentru sarcini alimentate cu tensiune continuă folosind convertoare CA/CC și baterii de acumuloare

Capacitatea bateriei trebuie să fie suficientă pentru a asigura alimentarea fie până când alimentarea de la rețea este, din nou posibilă, fie până când funcțiile ce trebuie să fie asigurate – evacuare, deconectare de siguranță – sunt realizate. În general, durata de încărcare a bateriei este mult mai mare decât cea de descărcare, astfel încât durata de utilizare a acestor sisteme este mică. Sistemul trebuie să fie astfel dimensionat încât să asigure încărcarea unei baterii complet descărcate în maxim 6 ore.

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Iluminatul de siguranță este, în mod particular, foarte important în clădirile publice ca expoziții și săli de sport, teatre, cinematografe, clădiri de birouri etc. În corpurile de iluminat proiectate pentru iluminatul de siguranță trebuie să fie înglobată alimentarea de rezervă. Spitalele au cerințe asemănătoare dar mult mai ferme. Sursele de lumină pot fi frecvent alimentate, atât de la surse de tensiune alternativă, cât și de la surse de tensiune continuă, continuitatea de alimentare fiind mai importantă decât calitatea. Un exemplu de asemenea sistem este prezentat în figura 7

Fig. 7 – Sistemul de alimentare al sarcinilor care pot fi alimentate cu tensiune alternativă sau continuă; bateria de acumulare este utilizată ca sursă de rezervă; comutarea se realizează cu o scurtă întrerupere



Sisteme de alimentare neîntreruptibile (Un-interruptible power supply - UPS)

Clasificarea UPS

Sistemele UPS sunt utilizate, în prezent, ca surse de rezervă pentru sarcinile critice al căror timp de transfer trebuie să fie foarte scurt sau zero. Sistemele statice UPS sunt frecvent folosite în gama de la 200 VA la 50 kVA (monofazat) și de la 10 kVA la cca 4000 kVA (trifazat). Pe lângă asigurarea unei surse de rezervă, în eventualitatea unei întreruperi în alimentare, UPS-urile sunt folosite și pentru îmbunătățirea locală a calității energiei electrice. Eficiența UPS este foarte bună, având pierderi de energie între 3 % și 10 % care depind de numărul convertoarelor utilizate și de tipul bateriei secundare.

Clasificarea de bază a sistemelor UPS este dată în standardul IEC 62040-3, publicat în 1999 și adoptat de CENELEC ca standard EN 50091-3 [1]. Standardul indică trei clase de UPS, dând dependența tensiunii și frecvenței de ieșire în funcție de parametrii de intrare:

- VFD (tensiunea și frecvența de ieșire dependente de sursa principală)
- VI (tensiunea de ieșire independentă față de sursa principală)
- VFI (tensiunea și frecvența de ieșire independente față de sursa principală)

Totuși, în practică, această clasificare este strâns corelată cu cea în funcție de structura internă:

- rezervă pasivă
- interactivă cu linia
- dublă conversie

Tabelul 3 indică principalele proprietăți ale acestei clasificări a UPS-urilor și dă o scurtă descriere a celor trei clase menționate mai sus.

Clasificare EN50091-3	VFD	VI	VFI
	Rezervă pasivă	Interactivă cu linia	Dublă conversie
Cost	Cel mai mic	Mediu	Cel mai mare
Reglarea tensiunii	Nu	Limitată	Da
Reglarea frecvenței	Nu	Nu	Da
Timpul de transfer	Scurt	Zero	Zero

Tabelul 3 – Clasificarea și caracteristicile claselor standard ale UPS

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Rezervă pasivă (VFD)

Acest tip de UPS (figura 8) are două moduri de funcționare. În mod normal, sarcina este alimentată de la intrarea principală, opțional prin intermediul unui filtru pentru eliminarea variațiilor tranzitorii sau pentru a asigura reglarea tensiunii. Redresorul asigură încărcarea bateriei. În modul de lucru „stocarea de energie”, alimentarea sarcinii este asigurată de la baterie prin invertor. Schimbarea de la modul de lucru „normal” la „stocarea de energie” se realizează, atunci când tensiunea sursei principale iese din toleranță, printr-un întreruptor cu o durată de transfer scurtă (dar nu standardizată). În general, durata maximă de alimentare asigurată de baterie este de 3 ore în timp ce durata de reîncărcare este de 6 ore.

Aceasta este cea mai simplă, mai compactă și mai ieftină structură, dar ea are dezavantaje serioase. De exemplu nu asigură izolarea sarcinii față de perturbațiile dinspre sursa de alimentare și posibilitatea reglării tensiunii sau frecvenței. Durata ei de transfer, diferită de zero, arată că apare o scurtă, dar definită întrerupere a alimentării în timpul comutării, făcând-o nerecomandabilă pentru multe aplicații, în special pentru sistemele IT.

Interactivă cu linia (VI)

Topologia corespunzătoare acestei clase este indicată în figura 9. Invertorul este bidirecțional, adică funcționează ca redresor care încarcă bateria atunci când sursa principală este disponibilă, dar devine invertor, pentru a asigura alimentarea de rezervă de la baterie, atunci când sursa principală este nedisponibilă.

UPS interactivă cu linia are trei moduri de funcționare. În modul normal sarcina este alimentată cu energie preluată prin intermediul întreruptorului static. Invertorul funcționează pentru a asigura prelucrarea tensiunii de ieșire și pentru încărcarea bateriei secundare. Frecvența de ieșire este egală cu frecvența sursei principale. În modul de lucru „energie stocată”, sarcina este alimentată cu energie de la baterie prin intermediul invertorului. Întreruptorul static se deschide pentru a preveni livrarea energiei către sursa principală. Acest tip de UPS poate, de asemenea, să aibă un mod de lucru „bypass” în care se permite ca sarcina să fie comutată direct la masa principală în eventualitatea că UPS este în pană sau se află în operații de mentenanță.

UPS interactivă cu linia are un cost mai mic decât topologia cu dublă conversie, dar are câteva dezavantaje. Nu este posibil controlul frecvenței, izolarea față de defectele sursei principale, cum ar fi regimuri tranzitorii și supratensiuni, este redusă, iar gradul de condiționare, care poate fi realizat, este limitat din cauză că este un dispozitiv de tip paralel („shunt”).

O variantă a UPS interactivă cu linia este, așa numita conexiune Delta, prezentată în figura 10.

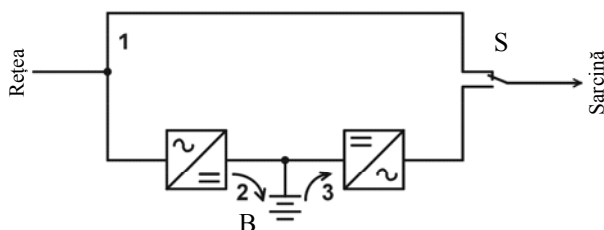


Fig. 8 – Diagrama bloc care exemplifică principiul UPS în rezervă pasivă (VFD)

S – întreruptor

B – baterie de acumuloare

1 – condiții normale

2 - bateria se încarcă în condiții normale

3 – fluxul de energie când sarcina este alimentată de la baterie

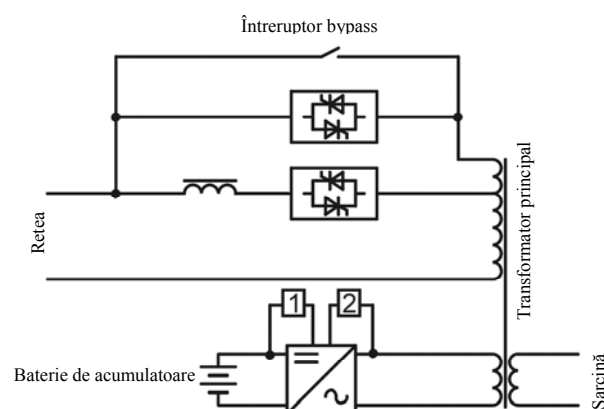


Fig. 9 – Structura UPS interactivă cu linia (VI) cu o singură conversie a energiei

1 – buclă de control a modulării de fază și amplitudine

2 – buclă de control a încărcării bateriei de acumuloare

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Sistemul UPS – Delta este echipat cu două invertoare CC/CA; inverterul delta (1) (figura 10) și inverterul principal (2). Ambele invertoare sunt conectate la aceeași baterie secundară (B). Puterea inverterului delta este de cca 30 % din cea cerută de sarcină, iar cea a inverterului principal este de 100 % din puterea cerută de sarcină. Inverterul delta este conectat la înfășurările secundare ale transformatorului (Tr), ale cărui înfășurări primare sunt conectate în serie între rețea și ieșirea UPS.

Inverterul principal (2) este sursa de tensiune de referință și el controlează amplitudinea și forma curbei tensiunii de ieșire la punctul de bilanț al puterii (PBP) (figura 10). Astfel, tensiunea de-a lungul înfășurărilor primare ale transformatorului este rezultatul diferenței dintre tensiunea rețelei pe intrarea UPS și tensiunea fixată la PBP. Tensiunea din circuitul primar controlează tensiunea din circuitul secundar.

Rolul inverterului Delta este acela de a produce circulația de curent în înfășurările secundare care induce în înfășurările primare un curent, cu o astfel de valoare, încât să compenseze diferența de putere dintre rețea și PBP.

În plus, convertorul Delta corectează factorul de putere pentru a menține valoarea lui în vecinătatea lui 1 și inverterul principal compensează armonicile din curentul sarcinii. Astfel, curentul ce este injectat din rețea este sinusoidal și în fază cu tensiunea de alimentare. În figura 11 sunt prezentate cinci moduri de funcționare tipice a UPS-urilor Delta.

În funcționarea normală, atunci când tensiunea de alimentare este egală cu cea de la PBP, tensiunea de-a lungul înfășurării primare este egală cu zero (figura 11a). Cele două invertoare, (1) și (2), sunt conectate și sarcina este alimentată numai din rețea. În cazul sarcinilor reactive și a curentilor de sarcină nesinusoidali, amândouă invertoarele lucrează împreună pentru a corecta factorul de putere și armonicile în curentul din rețea.

Dacă tensiunea de alimentare este mai mică decât cea de la PBP, atunci tensiunea de-a lungul înfășurării primare a transformatorului (Tr) este diferită de zero (figura 11b). Inverterul principal (2) încarcă rețeaua cu un curent adițional și inverterul Delta (1) produce un curent în secundarul transformatorului în scopul de a induce un curent mai mare în circuitul primar care, multiplicat cu tensiunea rețelei, să dea puterea cerută. Astfel, un curent mai mare este absorbit de la sursă ca să se compenseze tensiunea ei mai mică și 100 % din sarcină este asigurată din rețea (figura 11b).

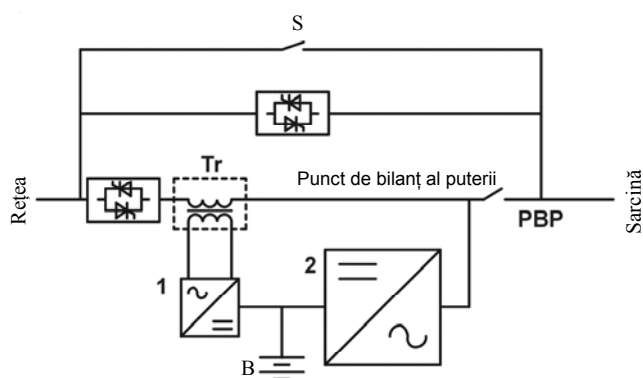


Fig. 10 – Diagrama bloc a unei UPS de tip Delta

- 1,2 – convertoare
- S – întreruptor bypass (de ocolire)
- Tr – transformator
- B – baterie de acumulație
- PBP – punct de bilanț al puterii

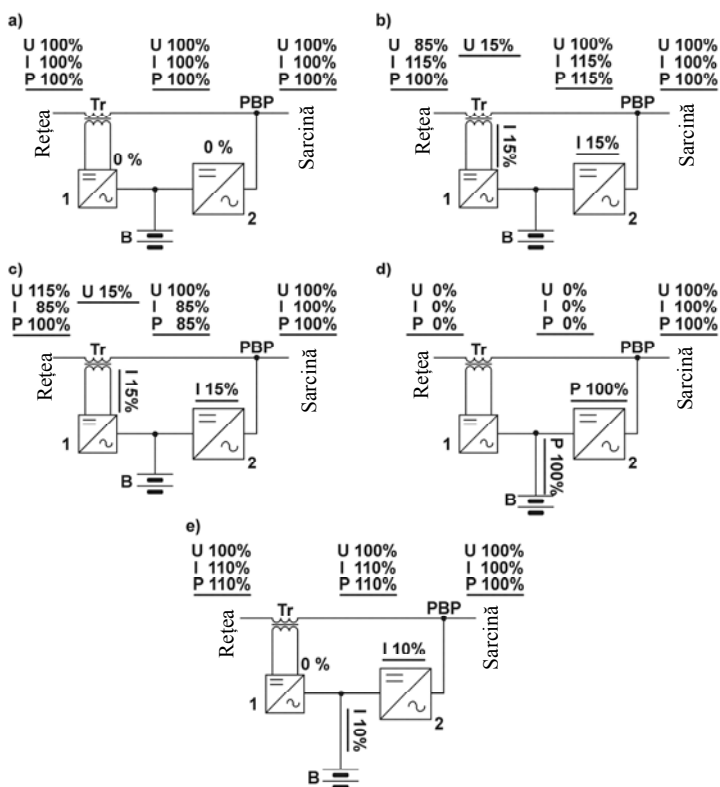


Fig. 11 – Ilustrarea diferitelor moduri de funcționare a UPS-urilor Delta

U – tensiune, I – curent, P – putere

Celelalte notații sunt similare cu cele din figura 10

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Dacă tensiunea rețelei este mai mare decât valoarea fixată în PBP (figura 11c) atunci polaritatea diferenței în tensiune de-a lungul înfășurării primare a transformatorului (T_r) este în opoziție cu cea din cazul precedent, dat în figura 11b. Invertorul Delta (1) încarcă rețeaua de alimentare cu mai puțin curent, în timp ce curentul adițional este asigurat la PBP prin intermediul invertorului Delta (1) și invertorului principal (2), cu scopul de a stabili curentul de sarcină la valoarea cerută (fig.11c). Tensiunea primară a transformatorului este controlată de la tensiunea rețelei și tensiunea de ieșire în PBP este menținută la valoare fixată, de către invertorul principal.

În caz de defect, UPS-Delta funcționează în modul alimentare din energia stocată (fig 11d), întreaga putere de sarcină fiind livrată de baterie prin invertorul principal (2).

În condiții de funcționare normală, independent de valoarea tensiunii de alimentare, bateria secundară (B) este permanent încărcată (fig 11e). După funcționarea în modul energie stocată, bateria este reîncărcată prin intermediul invertorului principal (2), care extrage un curent adițional de la sursă în acest scop.

Dublă conversie (VFI)

Structura acestei clase de UPS este dată în fig. 12. Ea este conectată în serie astfel încât energia totală este furnizată prin invertorul de ieșire

În funcționarea normală sarcina este alimentată prin combinația redresor/încărcător/invertor – de unde și numele de dublă conversie. Bateria este conectată la legătura de tensiune continuă și se încarcă în mod continuu.

În modul de funcționare acumulare de energie, invertorul alimentează sarcina cu energie de la baterie. În ceea ce privește sarcina, nimic nu se schimbă – energia este furnizată prin invertor, însă acum sursa de energie a invertorului este diferită. Durata de transfer este nulă, astfel că această structură este ideală pentru sarcinile sensibile.

În modul bypass întreruptorul static conectează sarcina direct la sursa principală în cazul unei defecțiuni a UPS.

Avantajele UPS cu dublă conversie sunt o bună izolare față de sursă, o bună reglare a tensiunii, o bună reglare a frecvenței (dacă este oportună) și durată nulă a transferului între surse. Este de remarcat faptul că, dacă se dorește folosirea funcției bypass, atunci este necesară sincronizarea frecvenței de ieșire cu cea a sursei principale, anulând posibilitatea controlului frecvenței și, dacă tensiunea nominală de ieșire este diferită de cea a sursei, un transformator trebuie montat pe legătura de bypass.

Dezavantajele UPS cu dublă conversie sunt costul ridicat și eficiența marginală redusă.

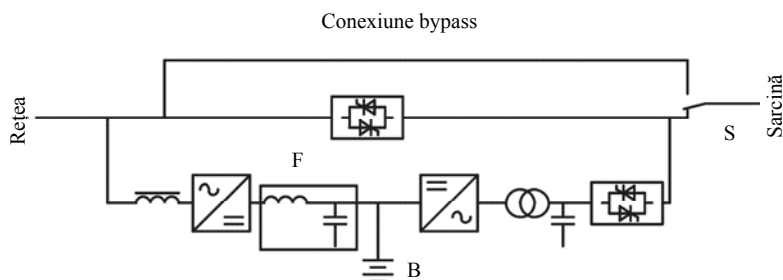


Fig. 12 – Structura de bază a unui UPS cu dublă conversie

B – baterie de acumulare

F – filtru

S – întreruptor

Reducerea perturbațiilor folosind UPS

Sistemele UPS pot fi, de asemenea, caracterizate prin gradul de izolare pe care îl asigură între sursă și sarcină, precum și posibilitatea îmbunătățirii calității energiei electrice. Fig 13 prezintă zece tipuri de perturbații care pot fi reduse utilizând un anumit sistem UPS.

Cele mai simple UPS aparțin clasei VFD și limitează numai primele trei perturbații. Acestea sunt surse de rezervă de tipul celor prezentate în figura 8, astfel încât este nevoie de un scurt timp de transfer pe parcursul comutației. Din această cauză ele sunt limitate la utilizarea pentru sarcini mici care tolerează scurte absențe ale tensiunii de alimentare.

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Sarcinile care cer un nivel mai ridicat a stabilității tensiunii necesită surse din clasa VI care limitează cinci perturbații. Acestea sunt, de regulă, aparate on – line, cu dublă conversie (a se vedea exemplul prezentat în figura 9).

Sarcinile care cer cea mai înaltă calitate a energiei electrice și fiabilitate a sursei de alimentare necesită UPS din clasa VFI care elimină sau limitează toate cele zece tipuri de perturbații. Acestea sunt, de regulă, sisteme on-line, cu dublă conversie.

Creșterea disponibilității sistemului cu ajutorul UPS

Sistemele statice au fiabilitatea foarte ridicată dar, în cazul unei defecțiuni consecințele pot fi foarte serioase. În vederea protejării sarcinii contra defecțiunilor, se prevede un întreruptor de ocolire (bypass) pentru comutarea directă a sarcinii la sursa principală. Este evident că, în timp ce UPS este ocolită, sarcina nu este protejată contra perturbațiilor sau întreruperilor alimentării.

Majoritatea UPS sunt echipate cu un circuit de ocolire sau un întreruptor de ocolire (fig. 14) care asigură căi alternative de circulație a fluxului de energie. De regulă, acest întreruptor este acționat manual în vederea asigurării alimentării sarcinii atunci când se face întreținerea UPS.

Disponibilitatea sistemului crește prin adăugarea unor unități redundante. Conceptul de redundanță este explicat în secțiunea 4.1 a acestui Ghid. În general, sarcina este alimentată prin mai multe unități mici care funcționează în paralel, ca în fig. 15. Dacă N unități sunt necesare pentru alimentarea sarcinii, atunci N+1 unități ar trebui să fie instalate. În consecință, o unitate poate să se defecteze fără să afecteze funcționarea.

Dacă sarcina crește și depășește capacitatea unităților instalate, se mai adaugă o unitate de aceeași putere.

Surse de energie

Introducere

În conformitate cu datele statistice [6], cca 97 % din toate întreruperile de alimentare cu energie electrică în rețelele de medie tensiune (MT) durează mai puțin de 3 secunde. Aceste defecte de alimentare sunt cauzate, în principal, de trăsnet, autoînchiderea având loc în 0,3 – 3 secunde. Întreruperi cu durata mai mare de 3 secunde au loc numai în 3 % din toate cazurile și sunt produse, în general, de defecțiuni ale aparatelor din rețea. Durata unor astfel de evenimente este semnificativ mai mare, de ordinul minutelor, orelor sau zilelor. Din această cauză, sunt două cerințe diferite pentru sursele de energie. Una se referă la durate mari – de ordinul a câteva ore – când se cere o energie moderată, iar alta se referă la durate foarte mici dar cu nivele mari de energie. La amândouă se mai adaugă următoarele cerințe:

- capacitate mare de stocare
- autodescărcare redusă
- încărcare rapidă
- mentenanță redusă
- fiabilitate ridicată
- livrare rapidă a energiei

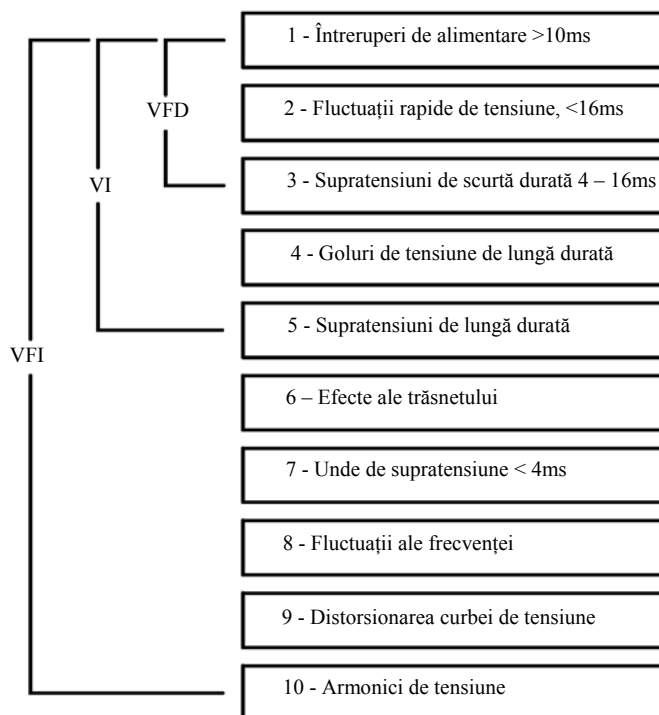


Fig 13. – Clasificarea UPS-urilor în funcție de efectul de reducere a perturbațiilor [1]

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Pentru motoarele cu ardere internă sursa de energie este, desigur, un combustibil fosil care prezintă avantajele de a avea o mare densitate energetică, „reîncărcare” instantanee prin realimentare și practic, alimentare infinită.

Pentru sistemele UPS statice stocul uzual de energie este constituit de bateria secundară. Totuși, în ultimii ani au fost dezvoltate noi sisteme de stocare a energiei ca: volant, supercondensatoare, stocarea energiei în câmp magnetic supraconductor (SMES), care au devenit comerciale. Diferența principală între bateriile secundare și noile sisteme constă în intervalul de timp în care sunt capabile să livreze energia, în intervale scurte de timp, de la câteva zeci de secunde până la câteva minute, dar și în intervale de câteva ore sau zeci de ore. Noile sisteme de stocare sunt totuși proiectate pentru a funcționa în intervale scurte de timp, de ordinul secundelor sau zecilor de secunde în cazul defectelor foarte scurte sau pentru acoperirea golurilor de tensiune.

Sistemul de stocare a energiei este menținut complet încărcat în timp ce întreruptorul principal este disponibil și poate asigura descărcarea atunci când alimentarea se defectează. În condiții ideale, sistemul de stocare trebuie să poată fi reîncărcat foarte repede, după ce alimentarea principală este restabilită, astfel încât să fie din nou disponibil.

Caracteristicile principale ale sistemelor de stocare a energiei sunt prezentate în următoarele secțiuni.

Baterii secundare (acumulatoare)

Alegerea tipului de baterie se face, în mod uzual, de către furnizorul de echipament, dar consumatorul trebuie să fie informat asupra tipului de baterie folosită și a regulilor de întreținere – acești parametri pot influența alegerea echipamentului. Principalele tipuri de baterii secundare și proprietățile lor de bază sunt date în tabelul 4. Bateriile staționare, pentru care greutatea nu este importantă, sunt, în general, de tipul acid cu plumb din cauza costului lor redus.

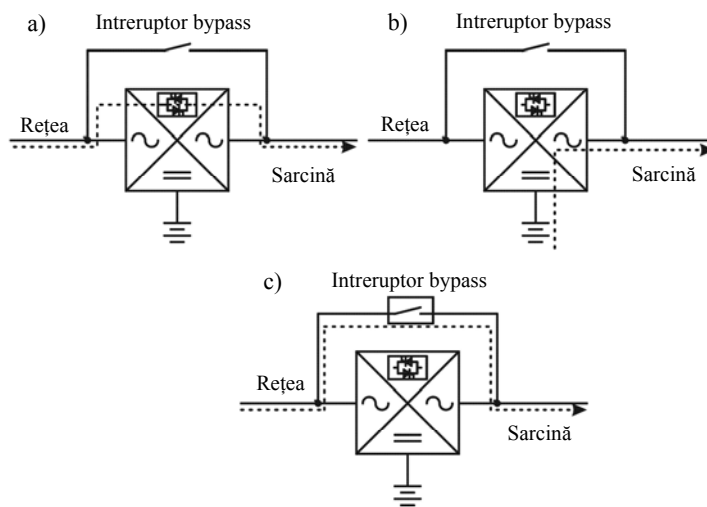


Fig 14 – Diagrama pentru trei căi de circulație a fluxului de energie printr-un UPS în diferite condiții de funcționare

- a) energie de la rețea prin întreruptorul static – funcționare normală
- b) energie de la bateria de acumulatoare – funcționarea sursei de rezervă
- c) energie de la rețea prin întreruptorul de ocolire („bypass”)

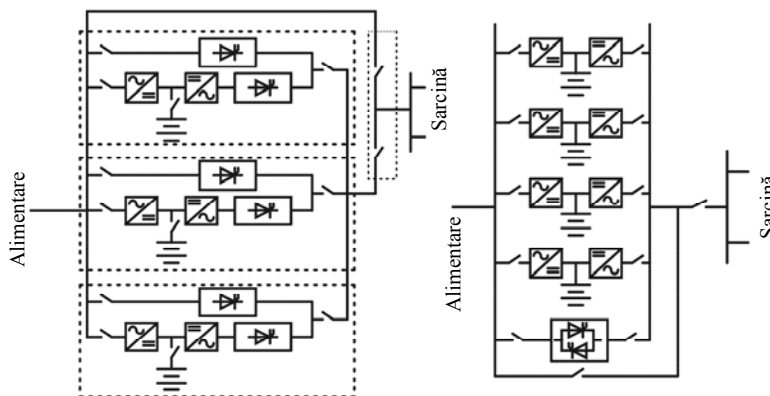


Fig 15 – Sisteme de UPS funcționând în paralel

- a) cu ocolire și întreruptor static în UPS
- b) cu un singur întreruptor de ocolire și un întreruptor principal

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

	Pb	NiCd	NiMH	Li ion
Cost	Redus	Mediu	Ridicat	Foarte mare
Densitatea de energie [Wh/kg]	30	50	75	100
Tensiunea pe element [V]	2,27	1,25	1,25	3,6
Circuitul de sarcină	Redus	Foarte mare	Moderat	Mare
Nr. ciclurilor de încărcare/descărcare	200 – 2000	1500	500	300 – 500
Autodescărcare	Redusă	Moderată	Ridicată	Redusă
Timp minim de reîncărcare [ore]	8 – 16	1,5	2 – 3	3 – 6
Exercise requirement	180 zile	30 zile	90 zile	nici una
Impact asupra mediului	Ridicat	Ridicat	Redus	Ridicat

Tabelul 4 – Tipurile principale de baterii secundare și unele din caracteristicile lor

Volanți

Volanții sunt utilizați în câteva grupuri convenționale motor – generator pentru a stoca energia mecanică necesară pentru pornirea motorului cu ardere internă în cazul unei întreruperi a alimentării principale. În acest caz, numai cca 5 % din energia volantului poate fi utilizată pentru producerea directă a energiei electrice, deoarece modificarea vitezei și, în consecință, a frecvenței este prea mare.

Când este folosit ca sursă de energie, utilizarea volantului este total diferită. Volantul este „încărcat” – prin menținerea vitezei sale de rotație – de către sursa principală. Când sursa principală se întrerupe, energia volantului este folosită pentru a genera energie electrică la frecvență și tensiune variabilă, care sunt convertite la frecvența și tensiunea standard prin intermediul unui invertor. Din cauză că energia stocată este proporțională cu pătratul vitezei de rotație, cca 50 % din viteză poate fi utilizată. Utilizarea volantului se poate face la viteze mari sau mici [7].

Volanții folosiți la viteze mari sunt construiți din sticlă sau din fibre de carbon, care sunt de cca 5 ori mai ușoare decât oțelul. Din cauza unor considerente termice și a forțelor centrifuge mari, volantul/rotorul se rotește în vacuum și este echipat cu lagăre magnetice în vederea reducerii forțelor de frecare. Volanții de viteză funcționează în gama de viteze de rotație de la 10000 până la 100000 rotații/minut. În mod curent sunt în gama de puteri până la 250 kW cu o energie stocată de 8 MW.

Volanții pentru viteze reduse funcționează în gama de până la 6000 rotații/minut. Din cauza vitezei mai mici în comparație cu celălalt caz, aceste construcții necesită momente de inerție mai mari, rezultând construcții mult mai grele. Volantul este realizat din oțel și nu mai este necesar să funcționeze în vacuum, dar un vid parțial sau un gaz cu presiune redusă este necesar a fi folosit în vederea reducerii pierderilor prin frecare. Motorul/generatorul este o mașină sincronă cu înfășurările de excitație pe rotor. Aceste înfășurări produc pierderi și căldură, dar avantajul față de generatorul cu volan de viteză mare este dat de posibilitatea reglării excitației. Sistemele cu volan de viteză redusă pot produce până la 2 MVA și pot furniza energia pentru 1 – 30 secunde.

Volanții cu viteză redusă sunt adesea utilizați ca sisteme combinate cu grupuri tradiționale motor/generator. Un exemplu tipic este

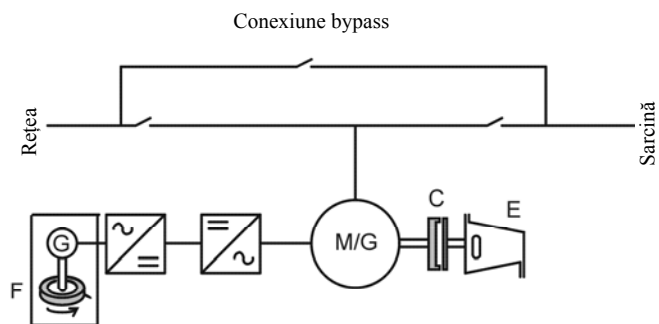


Fig 16 – Diagrama sistemului combinat, volan cu grup motor generator

- F - Volantul sistemului de stocare pe durată scurtă
- G - Motor/Generator al sistemului de stocare cu volan
- M/G – Motor/generator
- C - Ambreiaj electromagnetic
- E - Motor Diesel sau turbină cu gaz

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

prezentat în figura 16. Volantul furnizează energie pe intervalul de timp de la dispariția alimentării până la refacerea ei sau până la pornirea unui sistem de rezervă (de ex. grup motor generator). Volanții ajung la funcționarea de regim în 1-30 secunde, iar grupul motor-generator în 5-20 secunde.

Supercondensatoare

Supercondensatoarele (cunoscute și sub numele de ultracondensatoare) au o capacitate extrem de ridicată realizată prin utilizarea carbonului activ, fibrelor de carbon activat sau oxidului de ruteniu (RuO_2) ca material pentru electrozi. Electrozii realizați din aceste materiale au o mai mare suprafață electric activă în comparație cu straturile din material clasic. Supercondensatoarele se utilizează în sistem ca surse de energie de tensiune continuă care furnizează energie pe durata unor scurte întreruperi sau a golurilor de tensiune. Prin combinarea unui supercondensator cu o UPS realizată cu baterie, ciclul funcțional al bateriei se reduce deoarece ea trebuie să furnizeze energie numai în cazul întreruperilor mai lungi și, astfel, durata lor de viață crește. Supercondensatoarele mici sunt uzual folosite pentru a mări durata de viață a bateriilor – prin acoperirea vârfului de sarcină - în echipamentele electronice, însă supercondensatoarele mari sunt încă în studiu. Ele vor deveni operaționale în perspectivă apropiată.

Stocarea magnetică supraconductoare a energiei electrice (SMES)

Sistemele supraconductoare de stocare înmagazinează energia în câmpul magnetic al unei bobine parcursă de un curent electric continuu care poate fi convertit în curent alternativ dacă este necesar. Sistemul SMES de joasă temperatură, răcit cu heliu lichid, este disponibil comercial. Sistemul SMES de înaltă temperatură, răcit cu azot lichid, este încă în studiu și va deveni probabil operațional în viitorul apropiat.

Într-un sistem SMES este creat un câmpul magnetic prin circulația unui curent continuu într-o bobină închisă supraconductoare. Pierderile electrice sunt neglijabile. În vederea extragerii energiei, calea de circulație a curentului este, în mod repetat, deschisă și închisă cu un întreruptor static. Din cauza inductanței mari, bobina se comportă ca o sursă de curent ce poate fi utilizată pentru încărcarea unui condensator care furnizează tensiune continuă unui invertor ce produce tensiunea alternativă necesară. Sistemele SMES sunt de dimensiuni mari și au puteri de la 1 la 100 MW, dar sunt, în general, folosite pentru intervale de timp 0,1 – 1 secundă.

Stocare de aer comprimat (CAES)

În CAES energia stocată sub formă de aer comprimat este utilizată pentru antrenarea unui grup alcătuit din turbină de aer și generator electric. În funcție de putere și de energia stocată sistemele CAES pot fi folosite ca sursă de rezervă sau pentru acoperirea vârfului de sarcină. Principiul lor de funcționare este asemănător grupului motor cu ardere internă – generator. Sistemul cu aer comprimat este menținut sub presiune cu ajutorul unui compresor care funcționează intermitent când alimentarea este asigurată. Puterea lor variază între câteva zeci și câteva sute de kVA.

Sistemele CAES, utilizate ca surse de rezervă, sunt prevăzute cu rezervoare de aer, în timp ce pentru utilizarea lor în vederea acoperirii vârfului de sarcină sunt folosite adesea cavități naturale ca, de exemplu, peșteri sau artificiale, ca mine excavate în rocă dură sau cavități realizate hidraulic în zone saline. Totuși, acest tip de CAES nu va fi tratat în acest Ghid.

Comparație între diferite tipuri de sistem de stocare a energiei

Sistemele de stocare a energiei pot fi folosite în sistemele UPS în diferite combinații. Așa cum s-a menționat, supercondensatoarele pot fi folosite împreună cu baterii secundare pentru a acoperi cererea de energie pe intervale scurte de timp sau pentru a mări durata de funcționare a bateriei. Fiecare sursă

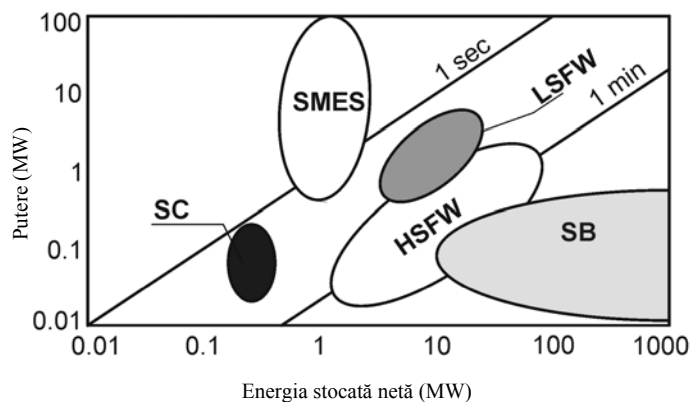


Fig 17 – Caracteristicile putere – energie a diferitelor sisteme de stocare a energiei [7]

Vezi tabelul 5 pentru definițiile abrevierilor

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

de energie este caracterizată prin capacitatea de stocare a energiei și puterea electrică ce poate fi livrată, mărimi cu ajutorul cărora se poate evalua durata de livrare a energiei. În fig. 17 se prezintă acești parametri pentru diferite sisteme de stocare a energiei [7].

Surse de energie cu intrare rapidă în funcțiune sunt încă în faza de dezvoltare, astfel încât cheltuielile de investiție sunt relativ mari (fig. 18). Totuși, în viitor, odată cu îmbunătățirea proiectării și a fabricării, precum și prin creșterea volumului producției, costul acestor surse se va reduce.

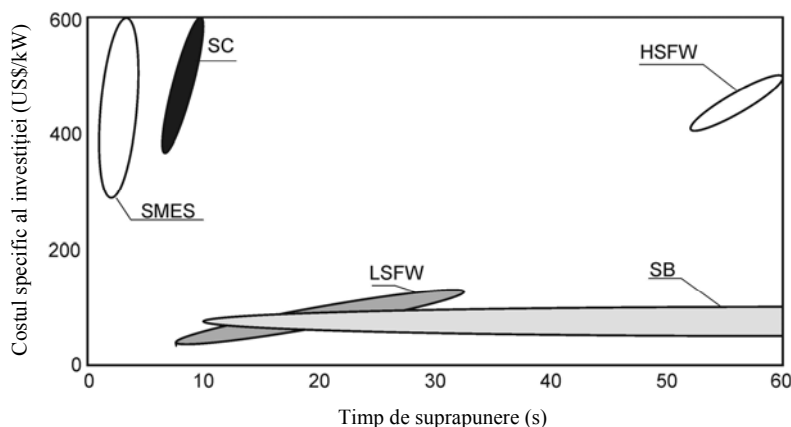


Fig 18 – Costul specific al investițiilor pentru diferite instalații de stocare a energiei în funcție de timpul lor de suprapunere[7]

Vezi tabelul 5 pentru definițiile abrevierilor

Eficiența sistemelor de stocare a energiei utilizate în UPS depinde atât de operațiile de încărcare și de descărcare, cât și de pierderile de mers în gol. În practică, pierderile de mers în gol sunt dominante deoarece sistemele UPS funcționează, în cea mai mare parte din timp, în regim de rezervă. Astfel, pierderile specifice în raport cu energia stocată reprezintă un factor semnificativ al eficienței sistemelor de stocare. În prezent, pierderile în sursele de energie cu intrare rapidă în funcțiune sunt foarte mari în raport cu cele din sistemele tradiționale de stocare. Numai supercondensatoarele sunt comparabile cu bateriile secundare în termeni de pierderi specifice. Pierderile specifice ale diferitelor sisteme de stocare sunt date în tabelul 5.

Tipuri de sisteme de stocare a energiei	Puteri specifice pe Wh	Timp de autodescărcare
Stocare magnetică supraconductoare (SMES)	35 W	1,7 min
Volanți de viteză redusă (LSFW)	2,2 W	30 min
Volanți de viteză ridicată (HSFW)	1,2 W	50 min
Supercondensatoare (SC)	0,026 W	1,6 zile
Baterii secundare (SB)	0,023 W	Foarte lung (luni)

Tabelul 5 – Pierderi specifice de energie pentru diferite sisteme de stocare a energiei[7]

Exemplu de soluție practică de alimentare de avarie

În practică, în vederea asigurării nivelului de disponibilitate dorit, este adesea necesar să se combine sistemele așa cum este exemplificat în figura 19. Sarcina este divizată în două grupuri în funcție de nivelul lor de prioritate. De exemplu, echipamentele IT ar trebui să aibă cea mai ridicată prioritate (categoria IV, tabelul 1) și ar trebuie să fie alimentate printr-un sistem UPS. Sarcinile care pot să tolereze un anumit timp de transfer ar putea să fie alimentate de un grup motor – generator.

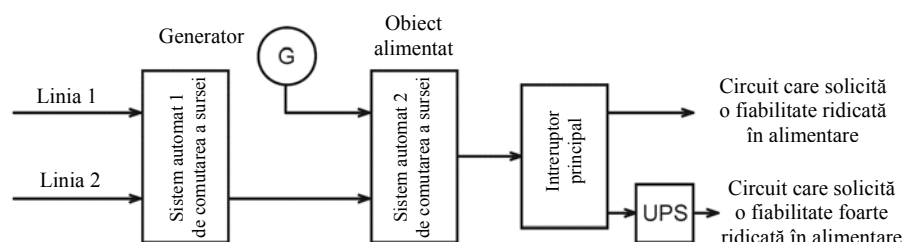


Fig. 19 – Exemplu de sursă cu disponibilitate ridicată

Îmbunătățirea fiabilității cu ajutorul surselor de energie de rezervă

Operațiile de comutare în circuite ca cel din fig. 19 sunt realizate cu sisteme automate de comutare a sursei (ASCS). Un exemplu de soluție practică de ASCS este prezentat în fig. 20. Elementele de bază și diagrama de funcționare ale ASCS sunt prezentate mai jos.

Controlerul de intrare măsoară tensiunile secvenței semnalelor de control ale surselor de bază și de rezervă prezentate în diagrama de timp prezentată în figura 20.

Concluzii

În prezent, la majoritatea consumatorilor industriali și comerciali funcționează sarcini electrice care cer un nivel al calității energiei electrice mai ridicat decât cel asigurat în rețeaua de alimentare cu energie electrică. Îmbunătățirea performanțelor rețelei este dificilă și costisitoare, motiv pentru care îi revine consumatorului sarcina să acționeze în vederea reducerii efectelor produse de calitatea redusă a energiei electrice.

Există mai multe soluții. Cea mai potrivită dintre ele va fi determinată de nivelul de energie cerut, de nivelul de calitate și fiabilitate dorit, de calitatea și fiabilitatea sursei de intrare, de amplasarea geografică și de cost.

Există soluții pentru fiecare scenariu, la un anumit cost, fiind necesară o analiză detaliată pentru a alege soluția corectă și cea mai economică convenabilă unei anumite aplicații și anumit mediu de lucru.

Bibliografie

1. EN 50091 (IEC 62040) Un-interruptible power systems.
2. Elektronizacija 11/2001.
3. EN 50160 Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems.
4. ABB Switchgear Manual, 10th edition, Dusseldorf, Cornelsen Verlag 1999.
5. Seip G.: Elektrische Installationstechnik. T1. Berlin – Munchen, Siemens – Aktiengesellschaft 1993.
6. UNPEDE DISDIP, Measuring of power failures in MV grid in Europe.
7. Darrelmann H.: Comparison of alternative short time storage systems. Piller GmbH - www.piller.de, 2002.

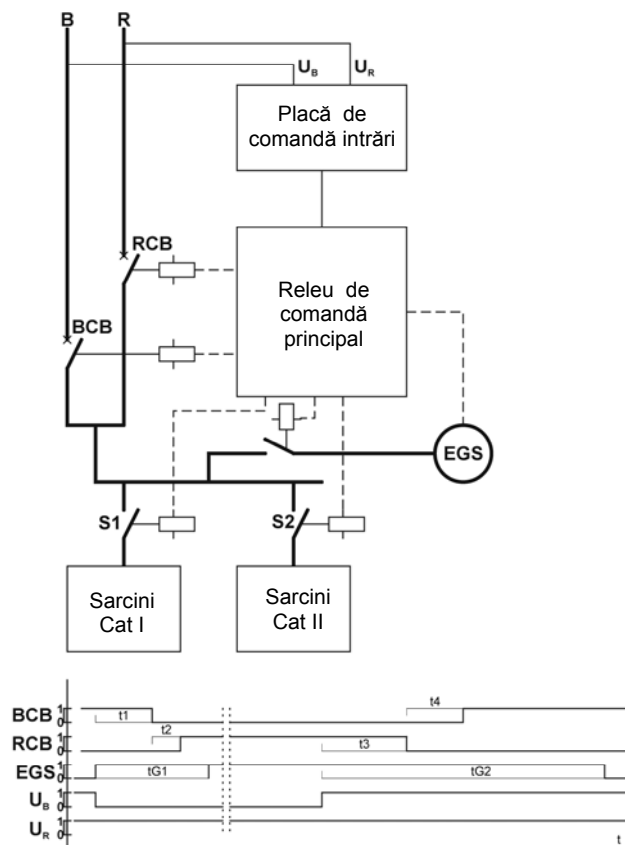


Fig. 20 – Diagrama bloc a unui sistem automat de comutare a sursei de joasă tensiune și diagrama temporală de funcționare

B	- Sursă normală
R	- Sursă alternativă (linie separată la rețea)
BCB, RCB	- Întreruptoare ale sursei normale, respectiv sursei de rezervă
S1, S2	- Întreruptoarele sarcinilor de categorie înaltă, respectiv joasă
EGS	- Grup motor generator
U _B , U _R	- Tensiunile măsurate pentru sursa normală, respectiv pentru sursa alternativă

Explicații ale simbolurilor referitoare la timp sunt date în text.

Parteneri de Referință & Fondatori*

European Copper Institute* (ECI) www.eurocopper.org	Engineering Consulting & Design* (ECD) www.ecd.it	Polish Copper Promotion Centre* (PCPC) www.miedz.org.pl
Akademia Gorniczo-Hutnicza (AGH) www.agh.edu.pl	Hochschule für Technik und Wirtschaft* (HTW) www.htw-saarland.de	Provinciale Industriële Hogeschool (PIH) Web: www.pih.be
Centre d'Innovació Tecnològica en Convertidors Estàtics i Accionaments (CITCEA) www.citcea.upc.es	Istituto Italiano del Rame* (IIR) www.iir.it	Università di Bergamo* www.unibg.it
Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) www.ceiuni.it	International Union for Electrotechnology Applications (UIE) www.ue.org	University of Bath www.bath.ac.uk
Copper Benelux* www.copperbenelux.org	ISR - Universidade de Coimbra www.isr.uc.pt	University of Manchester Institute of Science and Technology (UMIST) www.umist.ac.uk
Copper Development Association* (CDA UK) www.cda.org.uk	Katholieke Universiteit Leuven* (KU Leuven) www.kuleuven.ac.be	Wroclaw University of Technology* www.pwr.wroc.pl
Deutsches Kupferinstitut* (DKI) www.kupferinstitut.de	La Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) Web: www.etsii.upm.es	

Consiliul de redacție

David Chapman (Chief Editor)	CDA UK	david.chapman@copperdev.co.uk
Prof Angelo Baggini	Università di Bergamo	angelo.baggini@unibg.it
Dr Araceli Hernández Bayo	ETSII - Universidad Politécnica de Madrid	ahernandez@etsii.upm.es
Prof Ronnie Belmans	UIE	ronnie.belmans@esat.kuleuven.ac.be
Dr Franco Bua	ECD	franco.bua@ecd.it
Prof Anibal de Almeida	ISR - Universidade de Coimbra	adealmeida@isr.uc.pt
Hans De Keulenaer	ECI	hdk@eurocopper.org
Gregory Delaere	Lemcko	gregory.delaere@howest.be
Prof Jan Desmet	Hogeschool West-Vlaanderen	jan.desmet@howest.be
Dr ir Marcel Didden	Laborelec	marcel.didden@laborelec.com
Dr Johan Driesen	KU Leuven	johan.driesen@esat.kuleuven.ac.be
Stefan Fassbinder	DKI	sfassbinder@kupferinstitut.de
Prof Zbigniew Hanzelka	Akademia Gorniczo-Hutnicza	hanzel@uci.agh.edu.pl
Dr Antoni Klajn	Wroclaw University of Technology	antoni.klajn@pwr.wroc.pl
Reiner Kreutzer	HTW	rkreutzer@htw-saarland.de
Prof Wolfgang Langguth	HTW	wlang@htw-saarland.de
Jonathan Manson	Gorham & Partners Ltd	jonathanm@gorham.org
Prof Henryk Markiewicz	Wroclaw University of Technology	henrvk.markiewicz@pwr.wroc.pl
Carlo Masetti	CEI	masetti@ceiuni.it
Dr Jovica Milanovic	UMIST	jovica.milanovic@umist.ac.uk
Dr Miles Redfern	University of Bath	eesmar@bath.ac.uk
Andreas Sumper	CITCEA	sumper@citcea.upc.es
Roman Targosz	PCPC	cem@miedz.org.pl



Prof Henryk Markiewicz



Wroclaw University of Technology
Wybrzeze Wyspianskiego 27
50-370 Wroclaw
Poland
Tel: 00 48 71 3203 424
Fax: 00 48 71 3203 596
Email: henryk.markiewicz@pwr.wroc.pl
Web: www.pwr.wroc.pl



Dr Antoni Klajn



Wroclaw University of Technology
Wybrzeze Wyspianskiego 27
50-370 Wroclaw
Poland
Tel: 00 48 71 3203 920
Fax: 00 48 71 3203 596
Email: antoni.klajn@pwr.wroc.pl
Web: www.pwr.wroc.pl



Membră a
EUR-EL

Societatea Inginerilor Energeticieni din România
No. 1, Lacul Tei Avenue, PO/BOX 30-33
020371 Bucharest
Romania

Tel: 4 0722 36 19 54
Fax: (4 021) 610 52 83
Email: office@sier.ro
Websites: www.sier.ro

europa
COPPER
institute

European Copper Institute
168 Avenue de Tervueren
B-1150 Brussels
Belgium

Tel: 00 32 2 777 70 70
Fax: 00 32 2 777 70 79
Email: eci@eurocopper.org
Website: www.eurocopper.org