

## Transformatoare de putere produse de firma IMEFY Spania

Din 1973, an în care a început producția primelor transformatoare de distribuție (de puteri până la 3150 kVA și de tensiuni până la 36 kV) cu izolația în ulei, urmate puțin mai târziu și de cele cu izolația în rășini epoxidice, firma IMEFY a crescut constant, prin creșterea puterii și prin lărgirea gamei de tensiuni ale transformatoarelor sale. În prezent, pe lângă transformatoarele de distribuție, IMEFY fabrică și transformatoare de forță cu puteri de până la 100 MVA, cu tensiuni de până la 245 kV. Pentru a reuși această dezvoltare, firma dispune de resurse ingineresti și facilități de producție deosebite, de fapt de o echipă de înaltă calificare. IMEFY participă activ, în cadrul unor grupe din Spania și internaționale, la elaborarea standardelor conform cărora se realizează aceste echipamente.

Laboratoarele IMEFY de materii prime și de produse finite sunt echipate cu cea mai înaltă tehnologie, necesară pentru a efectua cele mai severe controale și încercări cerute de către standardele naționale și internaționale.

În cele ce urmează, prezentăm câteva din reperetele construcției transformatoarelor de putere ale firmei IMEFY.



### Construcția miezului

Miezul magnetic constă din trei sau patru coloane cu secțiune circulară și e realizat din tole din tablă de oțel silicioasă cu granule orientate, laminată la rece, cu pierderi mici la mersul în gol. Metoda de asamblare a miezului este așa-numită "step-lap" (întrețesere cu îmbinare în trepte), pentru a reduce atât pierderile și curentul de mers în gol cât și pentru a minimiza nivelul de zgomot în timpul funcționării transformatorului.

Presarea miezului se realizează cu cadre din oțel special construite pentru obținerea unei anumite presiuni mecanice.

Pentru a reuși ridicarea miezurilor de mari dimensiuni, IMEFY utilizează dotari speciale, care împiedică solicitările și deformarea care ar apărea la ridicarea miezului în poziție verticală.

Pentru izolație optimă, între cadrele din oțel și miez, ca și între elementele de îmbinare ale cadrului din oțel se introduc materiale adecvate și blocuri de lemn tratate cu fenol.

Daca este necesar, se realizează canale din cel mai bun material izolant pentru a eficientiza răcirea.

### Înfășurările

Cea mai importanta parte a transformatorului este reprezentată de înfășurări, construite în general din cupru plat (conform EN 1977) ca și din materiale izolante (cilindri, fâșii, distanțiere etc.) de calitate înaltă (3052 conform IEC 641-1)

Pentru construcția înfășurărilor trebuie să se țină cont de:

- solicitările la un posibil scurt-circuit;
- capacitatea de ținere la impuls;
- capacitatea de distribuție a tensiunii;
- capacitatea de răcire.



Înfășurare disc cu reglaj disc întrețesut, transformator 12 MVA, 45 kV,  $\pm 2,5\%$

Ținând cont de factorii de mai sus și de cerințele suplimentare pentru transformatoare (nivel de suprasarcină, condiții de mediu) înfășurările pot fi proiectate după cum urmează:

- înfășurări în straturi;
- înfășurări elicoidale;
- înfășurări disc;
- înfășurări de reglaj.

Înfășurările în straturi se utilizează mai ales la tensiunile mici sau la curenții mari.

Pot fi utilizate unul sau mai multe conductoare în paralel, bobinând câte straturi sunt necesare pe un singur cilindru.

În cazul a câtorva benzi paralele sunt două posibilități:

1. efectuarea transpozițiilor în timpul bobinării.

2. utilizarea de conductoare transpuse, constând dintr-un singur set de

benzi transpuse de cupru, formând un singur conductor.

Dimensiunile conductoarelor fiecărei înfășurări sunt selectate astfel încât să se minimizeze pierderile prin curenți Foucault, prevenind totodată generarea de puncte fierbinți.

Canalele de răcire axiale dintre straturile diferite sunt prevăzute în timp ce se assemblează înfășurările, pentru a asigura o circulație naturală a uleiului.

Înfășurările elicoidale sunt de asemenea utilizate la tensiunile mici sau la curenții mari.

Mai multe conductoare în paralel (benzi) sunt bobinate radial, formând o spiră electrică cu fiecare spiră fizică și inserând axial canalele de răcire. Considerațiile pentru transpoziție sunt identice cu cele de la înfășurările în straturi.

Înfășurările disc se utilizează la tensiuni mari și curenți mici.

Până la 52 kV se utilizează înfășurări mono-disc și dublu-disc, deoarece conductoarele se bobinează continuu, fără tăiere.

Peste 52 kV se utilizează înfășurări mono-disc întretesute sau dublu-disc întretesute.

Pe lângă canalele radiale și axiale se mai prevăd și diafragme de carton, utile pentru a permite circulația uleiului în direcție zig-zag.

Pentru uniformizarea câmpului electric se prevăd ecrane dielectrice.

Înfășurările de reglaj se prevăd pentru cerințele de reglaj de tensiune și sunt de 2 tipuri:

- de inversiune: o înfășurare continuu întretesută, cu un număr de prize egal cu jumătate din cel cerut de trepte de reglaj;

- reglaj brut și fin: două înfășurări, una proiectată ca o înfășurare elicoidală pentru jumătate din gama de reglaj combinată cu o altă înfășurare, conform principiului inversiunii.

### Cuva

Funcția principală a cuvei este să protejeze părțile active ale transformatorului și să îl etanșeze pentru a preîntâmpina atât pierderea de lichid de răcire cât și pătrunderea de corpuri străine sau a umidității.

Cuva se proiectează astfel încât să reziste condițiilor normale și anormale de funcționare ale transformatorului iar performanțele sale se verifică cu încercările de mers în gol și de suprapresiune.

Cuva se realizează din plăci de oțel laminat, calitatea ST-44, conform EN 10025, cu o grosime de 6 mm și 40 mm. Aceste plăci sunt ranforsate cu profile de oțel sudate de pereții cuvei.



Înfășurare în strat transformator 40 MVA, 66 kV

### Clasificarea sistemelor de răcire

Litera 1	Litera 2	Litera 3	Litera 4
Mediul de răcire în contact cu înfășurările		Mediul de răcire în contact cu sistemul extern de răcire	
Tipul mediului de răcire	Tip de răcire	Tipul mediului de răcire	Tip de răcire
ONAN	Ulei răcire naturală	(ON)	
	Aer răcire naturală	(AN)	Radiatoare
ONAF	Ulei răcire naturală	(ON)	
	Aer răcire forțată	(AF)	Ventilatoare
OFAN	Ulei răcire forțată	(OF)	Pompe ulei
	Aer răcire naturală	(AN)	Radiatoare
OFAF	Ulei răcire forțată	(OF)	Pompe ulei, schimbător de căldură aer
	Aer răcire forțată	(AF)	Ventilatoare
OFWF	Ulei răcire forțată	(OF)	Pompe ulei, schimbător de căldură aer
	Apă răcire forțată	(WF)	Schimbător de căldură apă/aer