

DATOS INICIALES

S_N	400 kVA
Índice horario	11
Frecuencia nominal (Hz)	50 Hz
Tensión de cortocircuito (% U_N)	4.00%
Celentamiento máximo s/ambiente (°C)	50
Temperatura máxima conductores (°C)	75
Densidad conductor eléctrico (kg/m ³)	2700
Chapa ferromagnética	2700Al-8940Cu
Esesor chapa ferromagnética	Carlite
Coefficiente de apilamiento k_o	1.05
Densidad chapa ferromagnética (kg/dm ³)	7650
Densidad aceite a 25°C (kg/dm ³)	0.91
Anchura canal interior aleta (mm)	5.00
Primario Secundario	
U_N	20000 V 420 V
Conexión	D y
Neutro	s
Infra U_N	-5%
Supra U_N	5%

PARÁMETROS DE DISEÑO

Diámetro del núcleo (mm)	165
Inducción magnética (densidad de flujo) B_m (T)	1.45
Holguras (mm)	10
Alto cinta borde protección bobinas (mm)	15
Primario Secundario	
Forma conductor	Circular Rectangular
Altura conductor (mm)	3.10 600
Anchura (grosor) conductor (mm)	3.10 1.10
Esesor aislamiento conductor (mm)	0.10
Esesor aislamiento capa (mm)	1.00 0.15
Separación núcleo-bobina (mm)	5
Ancho entrecreca activa α (mm)	16
Distancia yugo superior- tapa (mm)	
Equidistancia aletas aprox. (mm)	60
Anchura de las aletas (mm)	180
Núm. lados largos con aletas	2
Núm. lados cortos con aletas	0
Potencia disipante máxima (W/(m ² °C))	6.00
Canto (altura) vigas soporte (mm)	80
ITC-RAT 12	
Tensión nominal más elevada U_N (kV)	20
Tensión más elevada para el material U_m (kV)	24
Tensión de cresta impulsos tipo rayo (kV)	145
Separación fase-fase / fase-tierra (mm)	270

RESULTADOS

Pérdidas en vacío P_0	
Admisibles (W)	387
Calculadas (W)	354 CUMPLE
Pérdidas debidas a la carga P_k	
Admisibles (W)	3250
Calculadas (W)	3172 CUMPLE
Suma $P_0 + P_k$ (W)	3525
Rendimiento (%)	99.12%
Potencia disipable total (W)	4082 OK
Rectancia aproximada (%)	3.95% ±10% CUMPLE

DIMENSIONES RESULTANTES

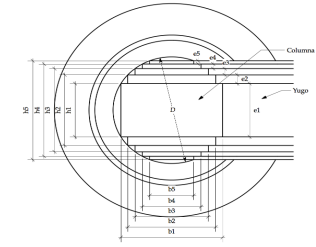
Largo transformador (mm)	1400
Ancho transformador (mm)	875
Alto transformador (mm)	1560
Masa aproximada aceite (kg)	345
Masa aproximada a desecubar (kg)	1010
Masa aproximada cuba (kg)	240
Masa total en servicio (kg)	1595

DISEÑO ELÉCTRICO

S_N	400 kVA
Frecuencia nominal (Hz)	50 Hz
U_N	20000 V 420 V
Conexión	D y
Neutro	s
V_N	20000 V 242 V
$m = U_{1N}/U_{2N}$	48 Dyn11
I_F	6.667 A 550 A
Inducción magnética (densidad de flujo) B_m	1.45 T
N	2904 35
V_T	6.89 V 6.93 V
Infra U_N	-5% 0%
Supra U_N	5% 0%
Infra N	2759 35
Supra N	3049 35
Tomas N	290 0
Devanados concéntricos	
Forma conductor	Circular Rectangular
Altura conductor (mm)	3.10 600.00
Anchura (grosor) conductor (mm)	3.10 1.10
Esesor aislamiento conductor (mm)	0.10 0.00
Esesor aislamiento capa (mm)	1.00 0.15
Sección conductor (mm ²)	7.55 660.00
Densidad de corriente (A/mm ²)	0.88 0.83
Altura parte activa bobina (mm)	600 600
Altura por espira (mm)	3.3 600
Espiras por capa	181 1
Capas teóricas	16.85 35.00
Capas adoptadas	17 35
Espiras de la última capa	153 1
Esesor bobina (mm)	74 44
Separación núcleo-bobina (mm)	5.0
Ancho entrecreca activa α (mm)	16.0
ϕ interior bobina (mm)	295 175
ϕ exterior bobina (mm)	443 263
ϕ medio bobina (mm)	369 219
L espira media (m)	1.159 0.688
Longitud total conductor (m)	3534.55 24.08 Ambas bob.
Volumen neto conductor (dm ³)	26.678 15.893 42.571
Densidad conductor eléctrico (kg/m ³)	2700 2700
Masa neta bobina (kg)	72.030 42.911 114.941
Masa neta tres bobinas (kg)	216 129 345
Longitud N espiras (m)	
Temperatura máxima conductores (°C)	75 75
Resistencia conductor (Ω /m)	0.0045 0.000052
Resistencia bobina (Ω)	15.2843 0.001250
CÁLCULO X_{cc} % según BHL	
Frecuencia nominal (Hz)	50 Hz
Constante de los devanados K_s	0.0003646
Amperio vueltas A_T (A)	19360 19245
Constante geométrica K_D (m)	0.05533
Rectancia aproximada (%)	3.95% ±10% CUMPLE
Resistencia aproximada (Ω)	15.28
Reactancia aproximada (Ω)	118.49
Impedancia aproximada (Ω)	119.47
Pérdidas en vacío P_0	
Máximo admisible P_{0max} (W)	387
Pérdidas calculadas P_0 (W)	354 CUMPLE
Relación P_0/P_{0max} (%)	91.4%
Pérdidas debidas a la carga P_k	
Máximo admisible P_{kmax} (W)	3250
Devanado primario (W)	2038
Devanado secundario (W)	1134
Pérdidas calculadas P_k (W)	3172 CUMPLE
Relación P_k/P_{kmax} (%)	97.60%
Suma $P_0 + P_k$ (W)	
Rendimiento (%)	99.12%

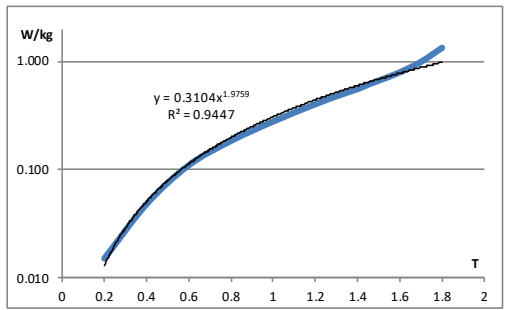
DISEÑO DEL NÚCLEO

Diámetro del núcleo	165 mm
Área bruta sección núcleo A_b	0.0214 m ²
Área neta sección núcleo A	0.0184 m ²
Altura bobinas (mm)	600
ϕ exterior bobinas	443 mm
Holguras (entre bobinas adyac. y a yugos)	10 mm
Ancho cinta lateral protección bobinas	15 mm
Altura bobina (mm)	
Altura libre columna (mm)	630
Altura total núcleo (mm)	650
Ancho de ventana (mm)	293
Longitud total núcleo (mm)	1066
Volumen por yugo (dm ³)	19.62
Volumen por columna (dm ³)	11.97
Volumen neto núcleo V_{Nc} (dm ³)	75.15
Chapa ferromagnética	
Esesor chapa ferromagnética	Carlite
Coefficiente de apilamiento k_o	1.05
Densidad chapa ferromagnética (kg/m ³)	7650
Inducción magnética B_m (T)	1.45
Masa neta núcleo (kg)	
Pérdidas (W/kg)	0.615
CUBA ELÁSTICA LLENADO INTEGRAL	
Holgura entre bobinas adyacentes (mm)	10
Largo mínimo cuba interior (mm)	1370
Ancho mínimo cuba interior (mm)	470
Altura total núcleo (mm)	970
Distancia yugo superior- tapa (mm)	180
Altura mínima cuba interior (mm)	1150
Longitud aletas refrigeradoras (mm)	900
Equidistancia aletas aprox. (mm)	60
Número aletas lado largo	21
Número aletas lado corto	6
Anchura de las aletas (mm)	180
Núm. lados largos con aletas	2
Núm. lados cortos con aletas	0
Núm. total aletas	42
Superficie radiante aletas (m ²)	13.61
Potencia disipante máxima (W/(m ² °C))	6.00
Calentamiento s/ ambiente (°C)	50
Potencia disipable (W/m ²)	300
Potencia disipable total (W)	4082
Pérdidas totales (W)	3525
Canto (altura) vigas soporte (mm)	80
Largo cuba (mm)	1400
Ancho cuba (mm)	875
Alto cuba (mm)	1290
Masa aproximada cuba 2% (kg)	240
VOLUMEN DE ACEITE	
Densidad aceite a 25°C (kg/dm ³)	0.91
Anchura canal interior aleta (mm)	5.00
Volumen aceite por aleta (dm ³)	0.81
Volumen aceite en aletas (dm ³)	34
Volumen interior cuba (dm ³)	740
Volumen núcleo V_{Nc} (dm ³)	75.15
Volumen aprox. bobinas (dm ³)	245.9
Vol. aprox. accesorios y otros 10% (dm ³)	74.0
Volumen aproximado aceite (dm ³)	379.5
Peso aproximado aceite (kg)	345.3
DISEÑO DE LA TAPA	
ITC-RAT 12	
Tensión nominal más elevada U_N (kV)	20
Tensión más elevada para el material U_m (kV)	24
Tensión de cresta impulsos tipo rayo (kV)	145
Separación fase-fase / fase-tierra (mm)	200
	220



B_m (T)	P_0 (W/kg)
0.2	0.015
0.4	0.048
0.6	0.110
0.8	0.185
1	0.280
1.2	0.405
1.3	0.480
1.4	0.560
1.45	0.615
1.5	0.670
1.6	0.800
1.7	1.000
1.8	1.350

Escalón	1º	2º	3º	4º	5º
C_b	0.970	0.848	0.727	0.545	0.364
C_h	0.244	0.529	0.686	0.838	0.932
b_i (mm)	160	140	120	90	60
h_i (mm)	40	87	113	138	154
e_i (mm)	40	24	13	13	8
n_i	167	194	108	104	64
A_i (mm ²)	6146	6247	2981	2153	883
A (mm ²)	18409	factor ocupación (%)			86.1%
A_h (mm ²)	21382	total chapas n			637



TABLAS AUXILIARES

Reglamento (UE) 548/2014 - 2º jul 2021			Banda conductora Cu/Al		
OK	S_N (kVA)	P_0 (W)	P_k (W)	Anchuras	Espesores
	25	63	600	400	0.5
	50	81	750	450	0.6
	100	130	1250	500	0.7
	160	189	1750	550	0.8
	250	270	2350	600	0.9
	315	324	2800	650	1.0
	400	387	3250	700	1.1
	500	459	3900	750	1.2
	630	540	4600	800	1.3
	800	585	6000	850	1.4
	1000	693	7600	900	1.5
	1250	855	9500	950	1.6
	1600	1080	12000	1000	1.7
	2000	1305	15000	1050	1.8
	2500	1575	18500	1100	1.9
	3150	1980	23000	1150	2.0
				1200	2.1

Aletas refrigeradoras		Vigas soporte	
Entre ejes	Anchuras	Entre ejes	Anchuras
mm	mm	mm	mm
40	80	80	80
50	100	100	100
60	120	120	120
70	140	140	140
80	160	160	160
100	180	180	180
120	200	200	200
140	220	220	220