

Modèle

BE - CPM 2000

Transformateur

Equations utilisees pour generer l'application Pro@DESIGN

Equations issues de:

M. poloujadoff, R.D. Findlay,

*" A PROCEDURE FOR ILLUSTRATING THE EFFECT OF VARIATION OF PARAMETERS
ON OPTIMAL TRANSFORMER DESIGN", IEEE Transactiouns on Power Systems,
Vol. PWRS-1, No 4, November 1986*

Definition de toutes les constantes du probleme

$$D1=0.05 \quad (1)$$

$$D2=0.05 \quad (2)$$

$$D3=0.05 \quad (3)$$

$$D4=0.05 \quad (4)$$

$$D5=0.05 \quad (5)$$

$$DC=8900.0 \quad (6)$$

$$DI=7800.0 \quad (7)$$

$$fi=0.8 \quad (8)$$

$$F1=0.7 \quad (9)$$

$$F2=0.7 \quad (10)$$

$$\mu0=1.257E-6 \quad (11)$$

pspc = 5;

pspf = 25;

$$PrixC=25.0 \quad (12)$$

$$Prixl=12.0 \quad (13)$$

$$PrixEnergie=2.778E-4 \quad (14)$$

$$roCu=2.6E-8 \quad (15)$$

Calcul de la puissance par colonne

$$s=st/ 3.0 \quad (16)$$

Calcul de la tension simple par colonne a partir de la tension composee

$$V1=U1/ \text{sqrt}(3.0) \quad (17)$$

Calcul de la largeur des bobines primaires et secondaires

$$a=(N1* s) / (V1* h* F1* j) \quad (18)$$

$$g=(N1* s) / (V1* h* F2* j) \quad (19)$$

Calcul du diametre moyen des bobines

$$dm=ld+2.0* D1+2.0* a+D2 \quad (20)$$

Largeur d'une colonne du transformateur

$$ld=\text{sqrt}((2.0* \text{sqrt}(2.0) * V1) / (\text{Math.PI} * \text{Math.PI} * \text{frequence} * bt * N1 * fi)) \quad (21)$$

surface d'une colonne du diametre

$$al=(\text{Math.PI} / 4.0) * ld * ld \quad (22)$$

Calcul de l'inductance de fuite

$$Ff=(D2+((a+g) / 3.0)) / h \quad (23)$$

$$X2=\mu0 * \text{Math.PI} * dm * N1 * N1 * (2.0 * \text{Math.PI} * \text{frequence}) * Ff \quad (24)$$

Calcul de l'inductance de fuite P.U.

$$X=X2/ (V1 * V1/ s) \quad (25)$$

Calcul du volume de fer

$$\text{VolFer0}=al * fi * (8.0 * (D1+a+D2+g+D5) +6.0 * ld+3.0 * (h+D4+D3)) \quad (26)$$

Calcul de la masse de fer

$$\text{MasseFer0}=DI * \text{VolFer0} \quad (27)$$

Calcul du cout du fer

$$\text{PrixFer0}=Prixl * \text{MasseFer0} \quad (28)$$

Calcul du volume du cuivre

$$\text{VolCuivre0} = 3.0 * \text{Math.PI} * \text{dm} * \text{h} * (\text{a} * \text{F1} + \text{g} * \text{F2}) \quad (29)$$

Calcul du cout du cuivre

$$\text{PrixCuivre0} = \text{PrixC} * \text{DC} * \text{VolCuivre0} \quad (30)$$

Calcul des pertes fer au Kilo: interpolation par les moindres carres

JBJB PertesFerKG=PertesFerKG(bt);

$$\text{PertesFerKG} = 1.996 - 8.125 * \text{bt} + 12.277 * \text{bt} * \text{bt} - 7.502 * \text{bt} * \text{bt} * \text{bt} + 1.702 * \text{bt} * \text{bt} * \text{bt} * \text{bt} \quad (31)$$

$$\text{PertesFer17Tesla} = 1.996 - 8.125 * 1.7 + 12.277 * 1.7 * 1.7 - 7.502 * 1.7 * 1.7 * 1.7 + 1.702 * 1.7 * 1.7 * 1.7 * 1.7 \quad (32)$$

Calcul des pertes fer totales

$$\text{PertesFerTotales} = \text{PertesFerKG} * \text{MasseFer0} \quad (33)$$

calcul du taux d'actulisation

$$\text{CoefActualisation} = (1.0 / \text{Taux}) * (1.0 - \text{pow}(1.0 / (1.0 + \text{Taux}), \text{NbrAn})) \quad (34)$$

Calcul des pertes fers capitalisees

*ValPertesFerCapitalisees=pspf*PertesFerTotales;*

$$\text{ValPertesFerCapitalisees} = \text{CoefActualisation} * \text{PertesFerTotales} * \text{PrixEnergie} * 8760.0 \quad (35)$$

Calcul des pertes cuivres totales

$$\text{PertesCuivreTotales} = \text{roCu} * \text{VolCuivre0} * \text{j} * \text{j} \quad (36)$$

Calcul des pertes cuivres capitalisees

*ValPertesCuivreCapitalisees=pspc*PertesCuivreTotales;*

$$\text{ValPertesCuivreCapitalisees} = \text{CoefActualisation} * \text{PertesCuivreTotales} * \text{PrixEnergie} * 8760.0 / 5.0 \quad (37)$$

Calcul de la longueur totale du transformateur

*LongueurFer=4*D5+3*(ld+2*D1+2*g+2*D2+2*a);*

Calcul du prix total du transformateur

$$\text{fob} = \text{PrixFer0} + \text{PrixCuivre0} + \text{ValPertesFerCapitalisees} + \text{ValPertesCuivreCapitalisees} \quad (38)$$

Dictionnaire des Variables

Paramètre	Commentaires
-----------	--------------

Cahier des Charges

Paramètre	Contraintes	
Entrée contrainte par Intervalle	Minimum	Maximum
bt	1.0	100.0
h	0.1	100.0
j	10000.0	1.0E8
N1	10.0	10000.0
Entrée contrainte par valeur Fixe	Valeur	
frequence	50.0	-
NbrAn	30.0	-
st	4.0E7	-
Taux	0.09	-
U1	60000.0	-
Sortie Libre		
a	-	
al	-	
CoefActualisation	-	
D1	-	
D2	-	
D3	-	

Paramètre	Contraintes	
D4	-	
D5	-	
DC	-	
DI	-	
dm	-	
F1	-	
F2	-	
Ff	-	
fi	-	
g	-	
ld	-	
MasseFer0	-	
mu0	-	
PertesCuivreTotales	-	
PertesFer17Tesla	-	
PertesFerKG	-	
PertesFerTotales	-	
PrixC	-	
PrixCuivre0	-	
PrixEnergie	-	
PrixFer0	-	
Prixl	-	
roCu	-	
s	-	
V1	-	
ValPertesCuivreCapitalisees	-	
ValPertesFerCapitalisees	-	
VolCuivre0	-	
VolFer0	-	
X	-	
X2	-	
Fonction Objectif	Valeur Minimale	Valeur Maximale
fob	0.0	100.0

Dimensionnement Optimisé

Durée		0,19s
Résultat		Dimensionnement réalisé et Optimisé.
Nombre d'itérations		31
Entrées	Valeur Initiale	Valeur Finale
bt	1.0	1.575086388700678
frequence	50.0	50.0
h	1.0	1.2729629012200783
j	1000000.0	1757609.5814115144
N1	100.0	361.84906740649836
NbrAn	30.0	30.0
st	4.0E7	4.0E7
Taux	0.09	0.09
U1	60000.0	60000.0
Sorties	Valeur Initiale	Valeur Finale

a	0.05498573992282151	0.08892817359714565
al	1.9492420030841902	0.3420061573511274
CoefActualisation	10.273654043021743	10.273654043021743
D1	0.05	0.05
D2	0.05	0.05
D3	0.05	0.05
D4	0.05	0.05
D5	0.05	0.05
DC	8900.0	8900.0
DI	7800.0	7800.0
dm	1.8353609556850532	0.9877470685128835
F1	0.7	0.7
F2	0.7	0.7
Ff	0.08665715994854767	0.08585124433714332
fi	0.8	0.8
fob	4203894.810082411	1661284.508469178
g	0.05498573992282151	0.08892817359714565
ld	1.57538947583941	0.6598907213185922
MasseFer0	180406.944184074	22837.380091041912
mu0	1.257E-6	1.257E-6
PertesCuivreTotales	34621.3559594433	118499.95983654856
PertesFer17Tesla	1.0219782000000013	1.0219782000000013
PertesFerKG	0.34799999999999986	0.8169328291786826
PertesFerTotales	62781.61657605773	18656.60552880379
PrixC	25.0	25.0
PrixCuivre0	296278.91157600516	328269.1326295024
PrixEnergie	2.778E-4	2.778E-4
PrixFer0	2164883.3302088883	274048.56109250296
Prixi	12.0	12.0
roCu	2.6E-8	2.6E-8
s	1.333333333333334E7	1.333333333333334E7
V1	34641.016151377546	34641.016151377546
ValPertesCuivreCapitalisees	173115.2604784356	592528.8263642613
ValPertesFerCapitalisees	1569617.3078190822	466437.9883829113
VolCuivre0	1.3315906138247424	1.4753668882224826
VolFer0	23.129095408214617	2.927869242441271
X	0.02192393237508644	0.15305226908378505
X2	1.9731539137577798	13.774704217540656

Configuration

Paramètre	Valeur
EqualityPrecision	0.0010
NumericalDifferentiation	no
NumericalStep	1.0E-6
Remember	yes
Paramètre	Valeur
EndPrecision	1E-6
Kind	Normal
MaxIteration	500