

**CALCUL des INSTALLATIONS ELECTRIQUES à BASSE TENSION  
BASES THEORIQUES et AIDE MEMOIRE**

**11 Transformateur de Puissance HTA/BTA ou BTA/BTA**

**11.1 Caractéristiques connues des transformateurs**

Impédance directe ( $m\Omega$ )	Réactance directe ( $m\Omega$ )	Résistance directe ( $m\Omega$ )
$Z_t = \frac{(m \times U_n)^2}{P_n} \times U_{cc} \times 10^{-2}$	$X_t = \sqrt{Z_t^2 - R_t^2}$ ou $X_t = \frac{\sqrt{\left(\frac{U_{cc} \times P_n}{100}\right)^2 - p^2}}{3 \times I^2}$	$R_t = p \times \frac{(m \times U_n)^2}{P_n^2}$ ou $R_t = \frac{p}{3 \times I^2}$
Zt en $m\Omega$ , P <sub>n</sub> en kVA, U en V m=1,05	Rt, X <sub>t</sub> et, Zt en $m\Omega$ , I en kA, U <sub>cc</sub> en %, P <sub>n</sub> en kVA, p en kW	p = pertes joules en kW à 75°C I en kA

**Avertissement :**

- Les valeurs qui figurent dans les tableaux de ce chapitre sont calculées avec une Pcc amont = ∞, pour d'autres valeurs, il est nécessaire d'effectuer le calcul.
- En fin de ce chapitre, une formule simple doit vous permettre de faire une estimation rapide du courant de court-circuit triphasé symétrique Ik<sub>3max</sub> (kA).

**11.1.1 Transformateurs HTA/BTA**

**11.1.1.1 Transformateurs HTA/BTA immergés dans l'huile**

Valeurs des tensions de court-circuit, des pertes joules, des impédances, des résistances et des réactances ramenées à 400V (380×1,05) des transformateurs immergés dans un diélectrique liquide.

P <sub>n</sub> (kVA)	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600
U <sub>cc</sub> (%)	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6
P <sub>j</sub> (kW)	2,15	2,35	3,25	3,9	4,6	5,5	6,5	10,7	13	16	20
Z <sub>t</sub> ( $m\Omega$ )	70,56	44,1	28,22	22,4	17,64	14,112	11,2	13,23	10,58	8,46	6,615
R <sub>t</sub> ( $m\Omega$ )	37,9	16,19	9,17	6,9	5,07	3,88	2,88	2,94	2,3	1,8	1,37
X <sub>t</sub> ( $m\Omega$ )	59,5	41	26,7	21,3	16,89	13,56	10,82	12,89	10,3	8,27	6,47
I <sub>k3</sub> (kA)	3,43	5,49	8,59	10,82	13,74	17,18	21,65	18,32	22,91	28,66	36,65

Etabli à partir des données issues du document « Guide de l'installation Schneider 2003 »

**CALCUL des INSTALLATIONS ELECTRIQUES à BASSE TENSION**  
**BASES THEORIQUES et AIDE MEMOIRE**

**11.1.1.2 Transformateurs HTA/BTA type sec Pertes joules à 75°C**

Valeurs des tensions de court-circuit, des pertes joules, des impédances, des résistances et des réactances ramenées à 400V (380×1,05) des transformateurs TRIHAL - Pertes joules à 75°C.

$P_n(kVA)$	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
$U_{cc}(\%)$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
$P_j(kW)$	2,3	3,3	4,8	6,8	8,2	9,6	11,4	14	17,4	20
$Z_t(m\Omega)$	66,15	42,336	26,46	16,8	13,23	10,58	8,46	6,61	5,29	4,23
$R_t(m\Omega)$	15,94	9,31	5,29	3,02	2,26	1,69	1,28	0,96	0,76	0,56
$X_t(m\Omega)$	64,2	41,3	25,9	15,5	13	10,4	8,36	6,54	5,23	4,19
$I_{k3}(kA)$	3,66	5,72	9,16	14,43	18,32	22,91	28,66	36,68	45,83	57,32

Etabli à partir des données issues du document « Guide de l'installation Schneider 2003 »

**11.1.1.3 Transformateurs HTA/BTA type sec Pertes joules à 120°C**

Valeurs des tensions de court-circuit, des pertes joules, des impédances, des résistances et des réactances ramenées à 400V (380×1,05) des transformateurs TRIHAL - Pertes joules à 120°C.

$P_n(kVA)$	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
$U_{cc}(\%)$	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
$P_j(kW)$	2,7	3,8	5,5	7,8	9,4	11	13,1	16	20	23
$Z_t(m\Omega)$	66,15	42,336	26,46	16,8	13,23	10,58	8,46	6,61	5,29	4,23
$R_t(m\Omega)$	18,6	10,7	6,06	3,46	2,59	1,94	1,47	1,1	0,88	0,64
$X_t(m\Omega)$	63,4	40,9	25,75	16,4	12,9	10,4	8,33	6,52	5,21	4,18
$I_{k3}(kA)$	3,66	5,72	9,16	14,43	18,32	22,91	28,66	36,68	45,83	57,32

Etabli à partir des données issues du document « Guide de l'installation Schneider 2003 »

**11.1.2 Transformateurs BTA/BTA**

**11.1.2.1 Transformateurs BTA/BTA secs (Tension nominale 231V)**

Valeurs des tensions de court-circuit, des pertes joules, des impédances, des résistances et des réactances ramenées à 231V (220×1,05) des transformateurs secs.

$P_n(kVA)$	6,3	8	10	16	25	31,5	40	50	63	80	100
$U_{cc}(\%)$	4,7	5,4	5,4	6	5,1	5,5	5,1	4,6	4,5	5,4	4,9
$P_j(kW)$	0,29	0,39	0,49	0,8	1,06	1,46	1,65	1,8	2,1	3,2	3,7
$Z_t(m\Omega)$	438	397	317	220	120	102	75	52	42	39	28
$R_t(m\Omega)$	429	358	288	183	99	86	60	42	31	29	21
$X_t(m\Omega)$	88	170	133	121	66	55	44	33	28	26	18

Documentation BC transfo

**CALCUL des INSTALLATIONS ELECTRIQUES à BASSE TENSION  
BASES THEORIQUES et AIDE MEMOIRE**

**11.1.2.1 Transformateurs BTA/BTA secs (Tension nominale 400V)**

b) Valeurs des tensions de court-circuit, des pertes joules, des impédances, des résistances et des réactances ramenées à 400V (380×1,05) des transformateurs secs.

$P_n(kVA)$	6,3	8	10	16	25	31,5	40	50	63	80	100
$U_{cc}(\%)$	4,7	5,8	5,2	5,7	5,1	5,1	5,3	4,9	4,5	5	4,6
$P_j(kW)$	0,29	0,415	0,48	0,75	1,06	1,4	1,75	1,8	1,9	2,85	3,24
$Z_t(m\Omega)$	1316	1278	917	628	359	285	233	172	126	110	81
$R_t(m\Omega)$	1288	1143	846	516	299	248	192	127	84	78	57
$X_t(m\Omega)$	265	572	352	357	200	140	131	117	93	77	57

Documentation BC transfo

**11.1.3 Caractéristiques inconnues (Hypothèses des guides UTEC 15-105 et UTEC 15-500)**

Impédance directe ( $m\Omega$ )	Réactance directe ( $m\Omega$ )	Résistance directe ( $m\Omega$ )
$Z_t = \frac{(m \times U_n)^2}{P_n} \times U_{cc} \times 10^{-2}$	$X_t = 0,95 \times Z_t$	$R_t = 0,31 \times Z_t$

D'après UTE C 15-105 et UTE C 15-500 (édition de juillet 2003)

**11.1.3.1 Transformateurs HTA/BTA immergés dans l'huile**

a) Valeurs des tensions de court-circuit, des impédances, des résistances et des réactances des transformateurs immergés dans un diélectrique liquide (NF C 52-112-X)


$P_n(kVA)$	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000
$U_{cc}(\%)$	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6
$Z_t(m\Omega)$	134,15	70,56	44,1	28,22	17,64	11,2	13,23	10,58	8,46	6,61	5,29
$R_t(m\Omega)$	43,7	21,9	13,7	8,7	5,5	3,5	4,1	3,3	2,6	2,1	1,6
$X_t(m\Omega)$	134,1	67	41,9	26,8	16,8	10,6	12,6	10	8,1	6,3	5
$I_{k3}(kA)$	1,8	3,43	5,49	8,59	13,74	21,65	18,32	22,91	28,66	36,68	45,83

Guide UTE C 15-105 (Edition de Juillet 2003)

CALCUL DES INTENSITES DE COURT-CIRCUIT EN AVAL D'UN TRANSFORMATEUR  
EN FONCTION DE LA PUISSANCE DE COURT-CIRCUIT AMONT

<b>CARACTERISTIQUES des TRANSFORMATEURS</b> <b>CALCULEES à PARTIR des DONNEES du GUIDE de</b> <b>l'installation Schneider (janvier 1982)</b>													Puissance de court-circuit maxi (réseau amont)		P <sub>cc</sub> = <b>250</b> (MVA)														
													Puissance de court-circuit mini (réseau amont)		<b>250</b>														
													Impédance du réseau ramenée à 410 (V)		Z <sub>d</sub> = 0,741 (mΩ)														
													R/X = <b>0,1</b>		Valeurs maximales 0,074 (mΩ) X <sub>d</sub> = 0,738 (mΩ)														
Tensions		Coefficients m = <b>1,05</b> c maxi = <b>1,05</b> c mini = <b>0,95</b>			Tension entre phases = <b>410</b> Volts																								
In1 primaire			In2 Secondaire			Pertes joule en kW			RÉSISTANCES et réactances des transformateurs												INTENSITE de COURT-CIRCUIT en kA								
						Rd=0,31xZd et Xd=0,95xZd			Homopolaire (Méthode des impédances)						(Ik1max, Idéfaut et Ik3max)														
						Yy, Dy et Yz			Yy		Dy		Yz		Couplage		Yy			Dy			Yz						
20 (kV)	15 (kV)	0,410 (kV)	Zd (mΩ)	Rd (mΩ)	Xd (mΩ)	Ro (mΩ)	Xo (mΩ)	Ro (mΩ)	Xo (mΩ)	Ro (mΩ)	Xo (mΩ)	Pn (kVA)	Ucc (%)	Ik1 (kA)	If (kA)	Ik3 (kA)	Ik1 (kA)	If (kA)	Ik3 (kA)	Ik1 (kA)	If (kA)	Ik3 (kA)							
0,72	0,96	35	0,7	296,5	91,92	281,7	91,92	1127	91,92	281,7	73,54	225,4	25	4	0,23	0,21	0,88	0,88	0,79	0,88	1,10	0,99	0,88						
1,44	1,92	70	1,1	148,3	45,96	140,9	45,96	563,4	45,96	140,9	36,77	112,7	50	4	0,46	0,42	1,75	1,75	1,59	1,75	2,19	1,98	1,75						
1,82	2,42	89	1,5	117,7	36,48	111,8	36,48	447,1	36,48	111,8	29,18	89,43	63	4	0,58	0,53	2,21	2,21	2,00	2,21	2,75	2,49	2,21						
2,31	3,08	113	1,99	92,67	28,73	88,03	28,73	352,1	28,73	88,03	22,98	70,43	80	4	0,74	0,67	2,80	2,80	2,53	2,80	3,49	3,16	2,80						
2,89	3,85	141	1,75	74,13	22,98	70,43	22,98	281,7	22,98	70,43	18,38	56,34	100	4	0,92	0,83	3,49	3,49	3,16	3,49	4,35	3,94	3,49						
3,61	4,81	176	2,77	59,31	18,38	56,34	18,38	225,4	18,38	56,34	14,71	45,07	125	4	1,15	1,04	4,35	4,35	3,94	4,35	5,42	4,91	4,35						
4,62	6,16	225	2,35	46,33	14,36	44,02	14,36	176,1	14,36	44,02	11,49	35,21	160	4	1,47	1,33	5,55	5,55	5,02	5,55	6,91	6,25	5,55						
5,77	7,70	282	2,85	37,07	11,49	35,21	11,49	140,9	11,49	35,21	9,19	28,17	200	4	1,84	1,66	6,91	6,91	6,25	6,91	8,60	7,78	6,91						
7,22	9,62	352	3,25	29,65	9,192	28,17	9,192	112,7	9,192	28,17	7,35	22,54	250	4	2,29	2,07	8,60	8,60	7,78	8,60	10,68	9,67	8,60						
9,09	12,12	444	3,9	23,53	7,296	22,36	7,296	89,43	7,296	22,36	5,84	17,89	315	4	2,88	2,61	10,77	10,77	9,74	10,77	13,36	12,08	10,77						
11,55	15,40	563	4,6	18,53	5,745	17,61	5,745	70,43	5,745	17,61	4,60	14,09	400	4	3,66	3,31	13,56	13,56	12,27	13,56	16,79	15,19	13,56						
14,43	19,25	704	5,5	14,83	4,596	14,09	4,596	56,34	4,596	14,09	3,68	11,27	500	4	4,56	4,12	16,79	16,79	15,19	16,79	20,75	18,77	16,79						
18,19	24,25	887	6,5	11,77	3,648	11,18	3,648	44,71	3,648	11,18	2,92	8,943	630	4	5,72	5,18	20,91	20,91	18,91	20,91	25,76	23,30	20,91						
23,09	30,79	1127	10,2	13,9	4,309	13,2	4,309	52,82	4,309	13,2	3,45	10,56	800	6	4,86	4,39	17,86	17,86	16,16	17,86	22,05	19,95	17,86						
28,87	38,49	1408	12,1	9,267	2,873	8,803	2,873	35,21	2,873	8,803	2,30	7,043	1000	5	7,24	6,55	26,14	26,14	23,65	26,14	32,09	29,03	26,14						
36,08	48,11	1760	15	8,155	2,528	7,747	2,528	30,99	2,528	7,747	2,02	6,197	1250	5,5	8,20	7,42	29,41	29,41	26,61	29,41	36,02	32,59	29,41						
46,19	61,58	2253	18,1	6,95	2,154	6,602	2,154	26,41	2,154	6,602	1,72	5,282	1600	6	9,58	8,67	34,02	34,02	30,78	34,02	41,54	37,59	34,02						
57,74	76,98	2816	22,5	6,487	2,011	6,162	2,011	24,65	2,011	6,162	1,61	4,93	2000	7	10,25	9,27	36,21	36,21	32,76	36,21	44,14	39,94	36,21						
72,17	96,23	3520	28	5,189	1,609	4,93	1,609	19,72	1,609	4,93	1,29	3,944	2500	7	12,71	11,50	44,14	44,14	39,94	44,14	53,53	48,43	44,14						
90,93	121,24	4436	33	4,707	1,459	4,471	1,459	17,89	1,459	4,471	1,17	3,577	3150	8	13,97	12,64	48,06	48,06	43,49	48,06	58,13	52,59	48,06						
115,47	154	5633	45,9	3,707	1,149	3,521	1,149	14,09	1,149	3,521	0,92	2,817	4000	8	17,55	15,88	58,90	58,90	53,29	58,90	70,71	63,98	58,90						

	<b>CALCUL des courants de court-circuit en aval des transformateurs normalisés par la méthode des impédances (Ik1max, Idéfaut et Ik3max)</b>	Puissance de court-circuit amont en MVA		Tension nominale en charge (Volts)		N° du tableau
		Maxi <b>250</b> MVA	Uph/ph <b>410</b> Volts		Auteur	
		Mini <b>250</b> MVA			JM BEAUSSY	