



I'm not robot



Continue

Indice horaire transformateur triphasé pdf

L'indice horaire d'un transformateur triphasé pdf. Exercice corrigé indice horaire transformateur triphasé pdf. Calcul indice horaire transformateur triphasé pdf. Détermination indice horaire transformateur triphasé pdf.

Les transformateurs de puissance font partie des composants clés des réseaux électriques en courant alternatif. Ceux-ci sont en pratique triphasés. Les enroulements des transformateurs, qu'ils se trouvent dans une même cuve dans le cas d'un transformateur triphasé ou répartis dans 3 transformateurs monophasés, peuvent être connectés de différentes manières entre eux et aux trois phases du réseau. Ces différentes connexions sont appelées couplage[1]. Les trois couplages possibles sont celui en étoile, en triangle et en zigzag. Le couplage du transformateur représente la combinaison du couplage du côté primaire, du côté secondaire voire du côté tertiaire. Un couplage de transformateur est exprimé en commençant par celui du primaire. Si le primaire est en étoile et le secondaire en triangle, cela donne donc un couplage étoile-triangle. Les couplages se différencient vis-à-vis de la tension et au courant qu'ont à supporter les enroulements, à la présence ou non d'un point de neutre et à leur impédance homopolaire. Cette dernière peut être choisie élevée afin de limiter les courants de court-circuit asymétrique ou bas afin de limiter la surtension dans les phases saines lors de défauts asymétrique. Une solution pour réduire l'impédance homopolaire est l'ajout d'un troisième enroulement connecté en triangle qui de plus symétrise les courants de court-circuit. Couplage étoile-triangle Description Connexion étoile Dans la connexion étoile chaque enroulement de phase d'un transformateur triphasé est connecté à un point commun (point neutre) qui peut être mis ou non à la terre. L'autre extrémité étant reliée à la borne de ligne correspondante[2]. La tension aux bornes des bobines est la tension entre phases divisée par 3

(
s
q
r
t
(
3
)
)

{\displaystyle {\sqrt {3}}}

. Le courant traversant les bobines est le courant de ligne. Elle est représentée par la lettre Y. Symbole d'un transformateur étoile-étoile Schéma électrique de la connexion étoile Connexion triangle Dans la connexion triangle, la connexion des enroulements de phase d'un transformateur triphasé est effectuée de manière à réaliser un circuit fermé[3]. La tension aux bornes des bobines est la tension entre phases. Le courant traversant les bobines est le courant de ligne divisé par 3

(
s
q
r
t
(
3
)
)

{\displaystyle {\sqrt {3}}}

. Elle est représentée par la lettre D ou Δ. Il ne peut pas être mis à la terre. Symbole d'un transformateur triangle-étoile Schéma de la connexion triangle Connexion zigzag Connexion des enroulements consistant en deux sections d'enroulement, la première section étant connectée en étoile et la seconde en série entre la première section et les bornes de ligne : les deux sections sont disposées de telle sorte que chaque phase de la deuxième section soit enroulée sur une colonne du transformateur différente de celle de la première section à laquelle elle est connectée[4]. Elle est représentée par la lettre Z. Elle combine certains des avantages des connexions étoiles et triangle. Ainsi, elle peut être mise à la terre de la même manière que les connexion étoiles. Symbole d'un transformateur étoile-zigzag Schéma de la connexion zigzag Comme la connexion en triangle, la connexion zigzag supprime les harmoniques de rang 3[5]. Comme la connexion étoile, il offre un point de neutre et donc une impédance homopolaire non-infinie. Parmi ses défauts, il est relativement complexe à construire. Symbole de couplage Le primaire du transformateur est connecté selon une connexion, tout comme le secondaire, la combinaison des deux est le couplage du transformateur. Le symbole de couplage indique les modes de connexions des enroulements et déphasages relatifs, exprimés par une combinaison de lettres et du ou des indices horaires. La majuscule représente la haute tension du transformateur. La minuscule représente la basse tension du transformateur. Le « n » représente le neutre sorti au secondaire (couplage étoile ou zig-zag)[6]. L'indice de couplage est complété par un « indice horaire » qui donne, par pas de 30°, le déphasage horaire en 12e de tour (comme sur une montre) entre le primaire et le secondaire du transformateur (exemple : 11 = 11×30° = 330° en sens horaire ou 30° en sens anti-horaire)[6]. Par exemple, un indice de couplage « Dyn11 » définit donc un transformateur dont : le système triphasé de tension élevée est en « triangle », le système triphasé de tension basse est en « étoile » avec neutre sorti (indiqué par le « n ») ; le décalage entre les deux systèmes est de 330° (= -30° ou bien 11×30°). Les couplages les plus utilisés en Allemagne sont : YNy0, Yzn5, YNd5, YNd11, Dyn5[7]. Comparatif La connexion étoile a les avantages suivants[8] : plus économique pour les transformateurs de haute tension a un point de neutre disponible permet la mise à la terre directe ou la mise à la terre à travers une impédance permet de réduire le niveau d'isolation du neutre (isolation graduée) permet de loger les prises d'enroulement et les changeurs de prises à l'extrémité neutre de chaque phase La connexion triangle a les avantages suivants[9],[10] : plus économique pour un enroulement à courant fort et à basse tension combiné avec un enroulement à couplage étoile, réduit l'impédance homopolaire dans cet enroulement si la connexion est réalisée à l'aide d'un transformateur monophasé, en cas de perte d'une unité, les deux autres phases peuvent continuer à transmettre de la puissance. Et les désavantages suivants : absence de neutre en cas de surtension transitoire, l'absence de neutre fait que les tensions dans les différents enroulements ne sont pas égales. La tension phase neutre peut devenir particulièrement élevée. Il faut donc augmenter les distances d'isolement en conséquence, ce qui entraîne un surcoût. Pour ces raisons, les enroulements triangle sont généralement limités à des systèmes ayant une tension maximale phase à phase inférieure à 345 kV. La connexion en zigzag a les avantages suivants[11] : Peut recevoir une charge de courant de neutre avec une basse impédance homopolaire inhérente réduit le déséquilibre de tension dans les réseaux où la charge n'est pas répartie également entre les phases. Utilisations Les avantages et les défauts des différents couplages conditionnent leurs utilisations. Pour les grands transformateurs dans le réseau très haute tension le couplage YNyn0 ou YNyd5 est souvent utilisé pour limiter le besoin en isolation des transformateurs à cause de la haute tension d'une part et fournir une mise à la terre de faible impédance d'autre part[12],[13]. Pour les transformateurs reliant le réseau très haute tension à la moyenne tension, un couplage Yy0 est adapté pour les mêmes raisons que précédemment. De plus les réseaux haute tension ne présentent normalement peu de dissymétrie : il n'est pas nécessaire de les compenser avec un enroulement triangle[13]. Le couplage Yz5 est utilisé pour les transformateurs de distribution électrique d'une puissance inférieure à 250 kVA[12]. Les propriétés de rééquilibrage de la tension sont en effet très utile dans un réseau de distribution où les charges ne sont pas forcément également réparties entre les différentes phases (les particuliers sont connectés en monophasé). Le couplage Dy5 est utilisé pour les transformateurs de distribution électrique d'une puissance supérieure à 250 kVA[12]. L'économie de cuivre par rapport au couplage Yz5 devient alors intéressante, un Dz5 serait difficile pour les petites puissances car le diamètre du câble des enroulements deviendrait trop faible[14]. Pour les transformateurs associés à des moteurs un couplage Yd5 est privilégié, tout comme pour la connexion des générateurs électriques des centrales électriques : du côté où le courant est fort on connecte en delta pour le réduire, côté haute-tension on connecte en étoile pour la réduire[12],[15]. Les transformateurs alimentant le réseau auxiliaire d'une centrale électrique peuvent être connectés en étoile-étoile, étoile-triangle ou triangle-triangle. Ce dernier est privilégié pour les grandes puissances. La faible taille de ce type de réseau n'impose pas de mettre à la terre les transformateurs[13]. Impédance homopolaire Introduction Transformation de Fortescue Articles détaillés : Homopolaire et Transformation de Fortescue. La transformation de Fortescue est utilisée afin de simplifier l'analyse des systèmes électriques triphasés déséquilibrés. Elle décompose un système triphasé en : un système équilibré direct dont les grandeurs sont notées d'un indice d : un système équilibré inverse dont les grandeurs sont notées d'un indice i ; un système de tension homopolaire dont les grandeurs sont notées d'un indice 0 La composante homopolaire de la tension et du courant d'un système triphasé (a, b et c) se calcule grâce à la matrice de Fortescue[16]:

V

0

=
1
3
(

V

a

+

V

b

+

V

c

)

{\displaystyle V_{0}={\frac {1}{3}}(V_{a}+V_{b}+V_{c})}

I

0

=
1
3
(

I

a

+

I

b

+

I

c

)

{\displaystyle I_{0}={\frac {1}{3}}(I_{a}+I_{b}+I_{c})}

 Où a est un nombre complexe de module 1 et d'argument 2

3
π

{\displaystyle {\frac {2}{3}}\pi }

 :

a

_

=

e

j
2
3
π

{\displaystyle {\underline {a}}=e^{j{\frac {2}{3}}\pi }}

. Ainsi pour un système équilibré:

V

0

=
0

{\displaystyle V_{0}=0\,}

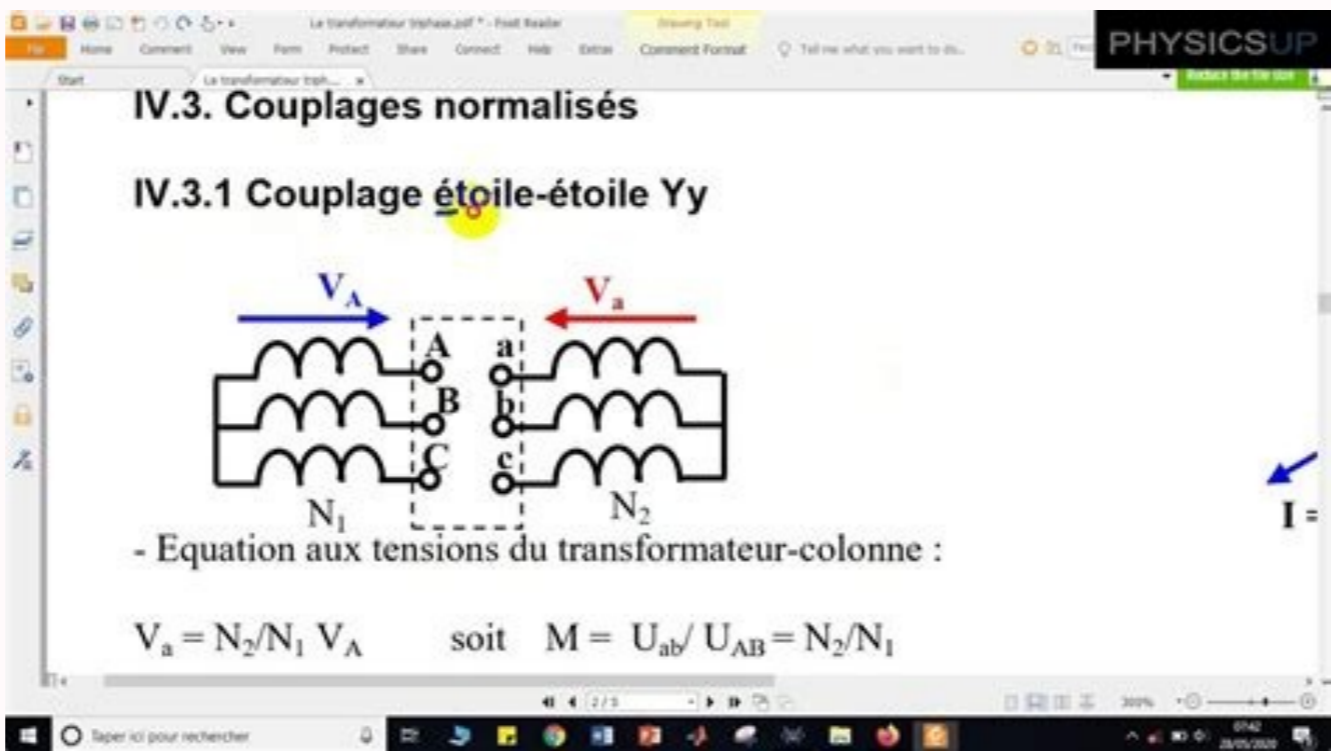
I

0

=
0

{\displaystyle I_{0}=0\,}

 La transformation de Fortescue est principalement utilisée pour le calcul des courants de court-circuit. Courant de court-circuit Article détaillé : Courant de court-circuit.



Les trois couplages possibles sont celui en étoile, en triangle et en zigzag. Le couplage du transformateur représente la combinaison du couplage du côté primaire, du côté secondaire voire du côté tertiaire. Un couplage de transformateur est exprimé en commençant par celui du primaire. Si le primaire est en étoile et le secondaire en triangle, cela donne donc un couplage étoile-triangle. Les couplages se différencient vis-à-vis de la tension et au courant qu'ont à supporter les enroulements, à la présence ou non d'un point de neutre et à leur impédance homopolaire. Cette dernière peut être choisie élevée afin de limiter les courants de court-circuit asymétrique ou bas afin de limiter la surtension dans les phases saines lors de défauts asymétrique. Une solution pour réduire l'impédance homopolaire est l'ajout d'un troisième enroulement connecté en triangle qui de plus symétrise les courants de court-circuit. Couplage étoile-triangle Description Connexion étoile Dans la connexion étoile chaque enroulement de phase d'un transformateur triphasé est connecté à un point commun (point neutre) qui peut être mis ou non à la terre. L'autre extrémité étant reliée à la borne de ligne correspondante[2]. La tension aux bornes des bobines est la tension entre phases divisée par 3

(
s
q
r
t
(
3
)
)

{\displaystyle {\sqrt {3}}}

. Le courant traversant les bobines est le courant de ligne. Elle est représentée par la lettre Y. Symbole d'un transformateur étoile-étoile Schéma électrique de la connexion étoile Connexion triangle Dans la connexion triangle, la connexion des enroulements de phase d'un transformateur triphasé est effectuée de manière à réaliser un circuit fermé[3]. La tension aux bornes des bobines est la tension entre phases.

Transformateurs de commande												
Puissance nominale	24V			48V			115V			230V		
	Fusible Amp.	Type	Cl.	Fusible Amp.	Type	Cl.	Fusible Amp.	Type	Cl.	Fusible Amp.	Type	Cl.
40	2	T	1	1	1	1	400	T	1	200	T	1
60	3,15	T	1,1	1,1	1,1	1,1	600	T	1,1	300	T	1,1
100	4	gS	4	2	gS	2	1	gS	1	5,5	gS	0,5
160	6	gS	6	4	gS	4	2	gS	2	1	gS	1
250	10	gS	10	6	gS	6	2	gS	2	1	gS	1
400	16	gS	16	8	gS	8	4	gS	4	2	gS	2
600	25	gS	25	12	gS	12	6	gS	6	3	gS	3
1000	40	gS	40	20	gS	20	8	gS	8	4	gS	4
1600	60	gS	60	30	gS	30	12	gS	12	6	gS	6
2500	100	gS	100	50	gS	50	20	gS	20	10	gS	10
4000	gS	gS	gS	gS	gS	gS	32	gS	32	16	gS	16

Transformateurs de sécurité et de séparation des circuits										
- Monophasés										
Puissance en VA	Tensions									
40	17,15		Fusibles IEC 127 (sauf une 5 - 20 type T)							
100	7,5									
250	16									
400	25									
600	32									
1000	50		Fusibles IEC 289 (sauf une gS)							
1600	80									
2500	125									
4000	200									
6300										
10000										
- Triphasés										
Puissance en VA	Tensions nominales en V									
400	3 x 24		42	230	400					
600	3 x 36	3 x 36	3 x 36	3 x 24	3 x 36					
1000	3 x 24	3 x 24	3 x 24	3 x 44	3 x 24					
1600	3 x 40	3 x 24	3 x 44	3 x 44	3 x 44					
2500	3 x 63	3 x 40	3 x 44	3 x 44	3 x 44	Fusibles IEC 289 (sauf une gS)				
4000	3 x 100	3 x 63	3 x 63	3 x 100	3 x 63					
6300	3 x 160	3 x 80	3 x 80	3 x 160	3 x 80					
10000	3 x 250	3 x 100	3 x 100							

Les trois couplages possibles sont celui en étoile, en triangle et en zigzag. Le couplage du transformateur représente la combinaison du couplage du côté primaire, du côté secondaire voire du côté tertiaire. Un couplage de transformateur est exprimé en commençant par celui du primaire. Si le primaire est en étoile et le secondaire en triangle, cela donne donc un couplage étoile-triangle. Les couplages se différencient vis-à-vis de la tension et au courant qu'ont à supporter les enroulements, à la présence ou non d'un point de neutre et à leur impédance homopolaire. Cette dernière peut être choisie élevée afin de limiter les courants de court-circuit asymétrique ou bas afin de limiter la surtension dans les phases saines lors de défauts asymétrique. Une solution pour réduire l'impédance homopolaire est l'ajout d'un troisième enroulement connecté en triangle qui de plus symétrise les courants de court-circuit. Couplage étoile-triangle Description Connexion étoile Dans la connexion étoile chaque enroulement de phase d'un transformateur triphasé est connecté à un point commun (point neutre) qui peut être mis ou non à la terre. L'autre extrémité étant reliée à la borne de ligne correspondante[2]. La tension aux bornes des bobines est la tension entre phases divisée par 3

(
s
q
r
t
(
3
)
)

{\displaystyle {\sqrt {3}}}

. Le courant traversant les bobines est le courant de ligne. Elle est représentée par la lettre Y.

Une valeur d'environ 10 % le courant nominal est acceptable pour le transformateur.

Il n'y a pas non plus de tension homopolaire induite[25]. Le défaut est que les parois de la cuve s'échauffe sous l'effet des courants de Foucault[28]. Ceux-ci induisent à leur tour un flux dans la cuve. Conformément à la loi de Faraday, le flux total dans le noyau s'en trouve réduit. Sur le plan de la modélisation, le chemin offert par la cuve aux flux homopolaire est représenté par une inductance mise en parallèle de l'inductance principale du transformateur. On peut regrouper les deux inductances en remplaçant l'impédance principale

Z

μ
0

{\displaystyle Z_{\mu 0}}

 par

k

2

⋅

Z

μ
0

{\displaystyle k^{2}\cdot Z_{\mu 0}}

 avec k plus petit que un. L'impédance homopolaire d'un transformateur sans colonne non bobinée est donc inférieure à celle d'un transformateur en étant équipé[27],[24]. Pour un couplage étoile-étoile, ou aucun chemin alternatif n'est fourni au courant homopolaire, la fraction

Z

0

Z

d

{\displaystyle {\frac {Z_{0}}{Z_{d}}}}

 est comprise typiquement entre 3 et 10[29]. Les transformateurs monophasés connectés en banc ont toujours des colonnes non bobinées afin de permettre au flux de circuler. Ils sont donc équivalents aux transformateurs triphasés avec colonnes non bobinées[18]. Répartition du flux dans un noyau avec deux colonnes pour le retour du flux lorsque les trois phases sont équilibrés. Le fait que le flux des différentes phases se divise en deux permet de réduire de moitié la section des culasses Répartition du flux dans un noyau avec deux colonnes pour le retour du flux lorsque la phase 1 a plus de tension et donc plus de flux Répartition du flux dans un noyau sans colonne non bobinée lorsque les trois phases sont équilibrées Répartition du flux dans un noyau sans colonne pour le retour du flux lorsque la phase 1 a plus de tension et donc plus de flux.

Le flux homopolaire ne pouvant circuler dans le noyau, il cherche une voie de retour à travers la cuve du transformateur. L'espace entre le noyau et la cuve joue le rôle d'entrefer. Modélisation de l'impédance homopolaire pour différents couplages L'impédance homopolaire des transformateurs à deux enroulements peut être modélisée comme suit selon le couplage[30],[31]: Schéma de l'impédance homopolaire de transformateur étoile-étoile en fonction de leur mise à la terre. Schéma de l'impédance homopolaire de transformateur étoile-triangle en fonction de leur mise à la terre. Schéma de l'impédance homopolaire de transformateur étoile-zigzag en fonction de leur mise à la terre (incomplet) Impédance homopolaire des transformateurs à trois enroulements Idée Un troisième enroulement connecté en triangle afin d'offrir un chemin au courant homopolaire peut être ajouté à un transformateur. Il sort dans le cas de transformateur YNyn à réduire l'impédance homopolaire du système connecté (utile seulement en cas de dissymétrie, en cas de défaut par exemple) et par la même occasion le facteur de défaut à la terre[32]. En contre-partie le courant de court-circuit augmente lors de défauts dissymétrique. Si cet enroulement n'est relié à aucune phase, on parle d'enroulement de stabilisation. On peut toutefois l'utiliser pour alimenter des charges basses tensions[33]. On note la présence d'un enroulement de stabilisation par « +d » dans le symbole de couplage[15]. Les enroulements de stabilisation doivent être dimensionnés afin de pouvoir supporter les courants de court-circuit pouvant survenir dans les réseaux connectés. La connexion de bobines d'inductance intégrées dans le triangle (voir Cas des connexions non reliées à la terre) permet de diminuer le courant de défaut induit à une valeur acceptable[34]. Traditionnellement la puissance nominale de l'enroulement de stabilisation est choisie égale à un tiers de celle des enroulements principaux[33]. Modèle en T Modèle en T d'un transformateur à trois enroulements. L'impédance directe d'un transformateur à trois enroulements peut être modélisé grâce à un modèle en T comme présenté ci-contre. Comme pour un transformateur à deux enroulements,

Z

μ
d

{\displaystyle Z_{\mu d}}

 est l'impédance principale, aussi appelée impédance de magnétisation. Il n'y a plus une mais trois impédances de court-circuit distinctes : entre le primaire et le secondaire notée

Z

1
,
1
1

{\displaystyle Z_{1,11}}

, entre le primaire et le tertiaire notée

Z

1
,
1
1
1

{\displaystyle Z_{1,111}}

 et entre secondaire et le tertiaire notée

Z

1
1
,
1
1
1

{\displaystyle Z_{11,111}}

. Elles peuvent être exprimées en pourcentage de l'impédance du transformateur. Pour en déduire les valeurs de

Z

1
,
d

{\displaystyle Z_{1,d}}

,

Z

1
1
,
d

{\displaystyle Z_{11,d}}

 et

Z

1
1
1
,
d

{\displaystyle Z_{111,d}}

, on peut poser le système d'équations suivant :

{

Z

1
,
1
1
=

Z

1
,
d
+

Z

1
1
,
d

Z

1
,
111
=

Z

1
,
d
+

Z

1
1
,
d

Z

1
,
111
=

Z

1
,
d
+

Z

1
1
,
d

}

{\displaystyle {\begin{cases}Z_{1,11}=Z_{1,d}+Z_{11,d}VZ_{1,111}=Z_{1,d}+Z_{11,d}VZ_{1,111}=Z_{1,d}+Z_{11,d}\end{cases}}}

. On en déduit[21] :

{

Z

1
,
d
=
1

2

⋅
(

Z

1
,
11
+

Z

1
,
111
−

Z

1
1
,
111
)

Z

11
,
d
=
1

2

⋅
(

Z

1
,
11
+

Z

1
1
,
111
−

Z

1
,
111
)

Z

1
11
,
d
=
1

2

⋅
(

Z

1
,
111
+

Z

11
,
111
−

Z

1
,
111
)

}

{\displaystyle {\begin{cases}Z_{1,d}={\frac {1}{2}}\cdot (Z_{1,11}+Z_{1,111}-Z_{11,111})VZ_{11,d}={\frac {1}{2}}\cdot (Z_{1,11}+Z_{11,111}-Z_{1,111})VZ_{111,d}={\frac {1}{2}}\cdot (Z_{1,111}+Z_{111,111}-Z_{1,111})\end{cases}}}

. En fait le troisième enroulement est généralement négligé dans le calcul des impédances directes et indirectes, le courant le parcourant étant faible. Il est par contre pris en compte pour le calcul de l'impédance homopolaire[35]. Modélisation de l'impédance homopolaire pour le couplage Yyd Schéma de l'impédance homopolaire de transformateur étoile-étoile-triangle en fonction de leur mise à la terre, les transformateurs étoile-zigzag ont les mêmes schémas[30] Dans le cas d'un couplage étoile-étoile avec mise à la terre au primaire, l'impédance homopolaire de l'enroulement de stabilisation est en parallèle de l'impédance principale du transformateur. La première étant nettement plus petite que la seconde, l'impédance homopolaire de l'ensemble est significativement réduite. Tableau récapitulatif Le rapport de l'impédance homopolaire Z0 sur l'impédance directe Zd est donné dans le tableau suivant pour diverses configurations[15],[36],[29] : Rapport Z0/ Zd Type de Noyau magnétique Couplage Yzn5 YNd ou Dny YNy YNy+d A 3 colonnes bobinées 0,1-0,15 0,7 - 1 3 - 10 1 - 2,4 A 3 colonnes bobinées 2 colonnes non bobinées 0,1-0,15 1 10 - 100 1 - 2,4 3 transformateurs monophasés 0,1-0,15 1 10 - 100 1 - 2,4 3e harmonique Les connexions mises à la terre laissent passer le courant de 3e harmonique (150 Hz).

En effet, pour les harmoniques de rang 3 la somme des courants venant des trois phases ne s'annule pas : ce sont en fait des courants homopolaires. Les remarques faites à propos de ce dernier s'appliquent donc au courant de 3e harmonique. Par exemple, il ne peut entrer dans des connexions en triangle. Voir aussi Sur les autres projets Wikimedia : Couplage des transformateurs triphasés, sur Wikiversity Bibliographie (de) Eckhard Spring, Elektrische Maschinen, Berlin, Heidelberg, New York, Springer, 2006 (ISBN 3-540-28241-6) (de) D. Oeding et B.R. Oswald, Elektrische Kraftwerke und Netze, Berlin, Springer, 2004 (lire en ligne), p. 217-255 (en) James H. Harlow, Electric power transformer engineering, CRC Press, 2004, p. 128-160 Analyse des réseaux triphasés en régime perturbé à l'aide des composantes symétriques, 2005 (lire en ligne) (en) Karim Shaarbaf, Transformer Modelling Guide, Teshmont, 2014 (lire en ligne) (de) B.R. Oswald, Vorlesung Elektrische Energieversorgung I, Skript Transformatoren, Université de Hanovre, 2005 (lire en ligne) Références 1 Vector group en anglais et Schaltgruppe en allemand 1 CEI 60076-1, clause 3.10.1, version 2011 1 CEI 60076-1, clause 3.10.2, version 2011 1 CEI 60076-1, clause 3.10.4, version 2011 1 (en) P.P. Khera, « Application of zigzag transformers for reducing harmonics in the neutral conductor of low voltage distribution system », IEEE Trans. on Industry Applications, octobre 1990 (DOI 10.1109/IAS.1990.152320, lire en ligne) 1 a et b Oeding, p. 217-255 1 Oswald 2005, p. 18 1 CEI 60076-8, clause 2.1.1, version 1997 1 CEI 60076-8, clause 2.1.1, version 1997 1 Harlow 2004, p. 307 1 CEI 60076-8, clause 2.1.3, version 1997 1 a b c et d Spring 2006, p. 187 1 a b et c Oswald 2005, p. 40 1 (de) Josef Kindersberger, Energieübertragungstechnik, TU Munich, 2010, p. 51 1 a b et c Oeding 2004, p. 223 1 a et b Analyse des réseaux triphasés en régime perturbé à l'aide des composantes symétriques, Schneider electric, 2005 (lire en ligne) 1 Kindersberger 2010, p. 52 1 a b et c Oswald 2005, p. 26 1 CEI 60076-8, cl. 4.2 et 5.2, version 1997 1 CEI 60076-8, cl. 4.2, version 1997 1 a et b CEI 60076-8, cl. 5.3, version 1997 1 CEI 60076-8, cl. 4.5, version 1997 1 Kindersberger 2010, p. 56 1 a b et c Oswald 2005, p. 27 1 a et b Oswald 2005, p. 31 1 Shaarbaf 2014, p. 50 1 a et b Kindersberger 2010, p. 54 1 Harlow 2004, p. 305 1 a et b Oswald 2005, p. 56 1 a et b Shaarbaf 2014, p. 51-53 1 Oswald 2005, p. 43 1 CEI 60076-8, clause 4.7.2, version 1997 1 a et b Kindersberger 2010, p. 58 1 CEI 60076-8, cl. 4.7.2, version 1997 1 Oswald 2005, p. 34 1 CEI 60076-8, cl. 4.7, version 1997 Portail de l’électricité et de l’électronique Portail de l’énergie Ce document provient de « .

Sur un transformateur monophasé les tensions qui pointent sur les bornes homologues (marquées d'un point) sont en phase. Alors que sur un transformateur monophasé le primaire et le secondaire sont en phase (ou en opposition de phase), sur un transformateur triphasé le primaire et le secondaire seront déphasés d'un angle qui dépendra des couplages choisis au primaire et au secondaire.

L'indice horaire permet de connaître le déphasage qu'il existe entre le primaire et le secondaire d'un transformateur, celui-ci étant couplé au primaire et au secondaire (en triangle, en étoile ou en zigzag.). Un transformateur triphasé peut être vu comme composé de 3 transformateurs monophasés. On peut alors parler de la colonne A qui supporte les tensions primaire VA et secondaire Va puis la colonne B puis la colonne C. Ces 3 colonnes forment donc notre transformateur triphasé. Comme pour le transformateur monophasé, chaque colonne du transformateur triphasé présente des tensions qui si elles pointent sur les bornes homologues seront en phase. Donc (V.A.V) en phase avec (V.a.v) , (V.V.B.V) avec (V.v.b.v) , (V.V.C.V) avec (V.v.c.v) Les couplages effectués au primaires et secondaires sont résumés par un ensemble de deux lettres La première lettre désigne le couplage Haute Tension et sera notée en majuscule (Y : étoile, D : triangle , Z : zig-zag) La deuxième lettre désigne le couplage Basse Tension et sera notée en minuscule (y : étoile, d : triangle , z : zig-zag) L'éventuelle lettre n : indique la présence du neutre Le couplage étoile permet la sortie du neutre ce qui très utile en basse tension, et par conséquent mettre à disposition un réseau de tensions simple et un réseau de tensions composées, mais également il est utile pour évacuer le courant de neutre dans le cas d'une charge déséquilibrée. Le couplage triangle ne permettant que la distribution d'une tension verra son emploi limité à la distribution/transport de l'énergie électrique. Dans le cas du couplage zig-zag, le secondaire du transformateur est découpé en 2 enroulements. Il permet de limiter l'influence des déséquilibres de courants. Les diverses possibilités de

L'indice horaire est un nombre h multiplié par (frac{pi}{6}) (ou 30°) qui indique: le déphasage (psi) compté en sens horaire d'une tension simple (overrightarrow {\{V_{an}\}}) ou composée (overrightarrow {\{U_{ab}\}}) du secondaire par rapport à une tension simple ou composée du primaire (overrightarrow {\{V_{AN}\}}) ou (overrightarrow {\{U_{AB}\}}). On peut donc placer la tension (overrightarrow {\{U_{AB}\}}) du primaire au niveau de midi et regarder où se place la tension secondaire. Le rapport de transformation qui est défini par le rapport de la tension du secondaire sur le primaire n'est plus égal à N2/N1 mais dépendra du couplage choisi au primaire et au secondaire.

La présence du neutre dans les installations basse tension permet d'obtenir 2 types de tension : simple pour les usages domestiques usuels ou composée pour l'alimentation des petits moteurs. Il est intéressant en haute tension d'avoir un couplage qui fait apparaître le neutre. Le neutre, les parties métalliques et magnétiques sont mises au potentiel de la terre ce qui réduit l'isolement des bobines haute tension. On évite d'avoir le même couplage au primaire et au secondaire pour ne pas transmettre intégralement le déséquilibre éventuel des courants. Si le neutre est nécessaire des deux côtés alors le montage Yz ou Zy est alors communément employé. Les tensions sur une même colonne (vec V.A) et (vec V.a) sont toujours en phase : on recherche le déphasage de (vec V_{AN}) par rapport à ((vec U_{AB})) par rapport à ((vec U_{ab})) ou ((vec U_{AB}))=vec V.A -vec V.B) et ((vec V_{a})=vec U_{ab}) nous permet de déterminer (psi {frac{U_{ab}}{U_{AB}}})=frac{pi}{6}) donc l'indice horaire est de 1 Rapport des tensions (frac{(V_{an})}{(V_{AN})}) ou (frac{(U_{ab})}{(U_{AB})}): comme (frac{(U_{ab})}{(V_{AN})}) = frac{(N_2)}{(N_1)}) or (U_{ab}) = \sqr 3 \cdot V_{an}) donc (frac{(V_{an})}{(V_{AN})}) = frac{(N_2)}{(\sqr 3 (N_1)})} Les tensions sur une même colonne (vec V.A) et (vec V.a) sont toujours en phase : on recherche le déphasage de (vec U_{ab}) par rapport à ((vec V_{an})) ou ((vec U_{ab})) (identique à (vec V_{an})) par rapport à ((vec V_{AN}))). La construction de Fresnel donne (vec V_{A})=vec V_{AN}) et ((vec V_{an}) =frac{vec V_a}{2}-frac{vec V_b}{2}) nous permet de déterminer (psi {frac{V_{an}}{V_{AN}}})=11 times frac{pi}{6}) donc l'indice horaire est de 11. Rapport des tensions (frac{(V_{an})}{(V_{AN})}) ou (frac{(U_{ab})}{(U_{AB})}): comme (frac{(V_a)}{(V_{AN})}) = frac{(N_2)}{(N_1)}) et ((vec V_{an}) = frac{((vec V_a) a)}{2} -frac{(((vec V_b) b)}}{2})\ fait apparaître un triangle isocèle dans lequel (2{V_{an}}) = \sqr 3 times {V_{an}}) donc (frac{2}{(\sqr 3)}) times {V_{an}} = {V_a}) \ donc (frac{(frac{2}{(\sqr 3)}) times {V_{an}}}{(V_{AN})}) = frac{(N_2)}{(N_1)}) \ soit (frac{(V_{an})}{(V_{AN})}) = frac{(N_2)}{(N_1) times frac{2}{(\sqr 3)}}) = frac{(N_2)}{2 \cdot frac{(N_2)}{(N_1)}} \ donc (frac{(V_{an})}{(V_{AN})}) = frac{(\sqr 3)}{2}frac{(N_2)}{(N_1)})\ Chapitre 4.2 Transformateur - Les indices horaires des transformateurs en triphasé lsmal SADKY (3'18")