



Prérequis : TD My ECODIAL (BOUCHEROT).

Compétence(s) : C1-3 ;C2-1 ;C2-2 ;C3-1 .	Non Acquis	Acquis
C1-3 Décoder les documents relatifs à tout ou partie d'un ouvrage		
C2-1 Traduire en solutions techniques les besoins du client.		
C2-2 Compléter les plans et schémas.		
C3-1 Argumenter les solutions retenues relatives aux plans et schéma en vue de la constitution du dossier de réalisation.		
C2-8 Contrôler l'adéquation entre les calculs et les résultats du logiciel		

Savoirs associés :

S1.4 : Réseaux Basse Tension.

Dimensionnement des éléments du réseau électrique d'une installation :

- Méthode simplifiée de la norme ;
- Calcul et choix d'éléments de réseaux BT de distribution électrique par progiciel, en lien avec la méthode des impédances.

S7.1 : Outil informatique, logiciel technique.

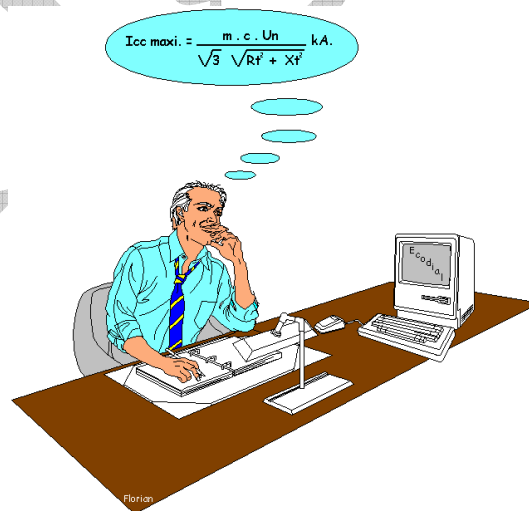
Problématique :

L'usine « E » prévoit la construction d'un nouveau bâtiment. Vous allez vous intéresser à la partie distribution et plus particulièrement au dimensionnement du transformateur.

Comment dimensionner cette partie d'installation industrielle par application des lois de l'électrotechnique et l'utilisation d'outils (ex : abaques, progiciel « My Ecodial ») ?

Présentation de « My Ecodial 3.4 » :

- My Ecodial permet de déterminer tous les cas d'extension, modification et mise en conformité des installations électriques. Utilisé par les organismes de contrôle, il est particulièrement adapté pour des simulations multiples. My Ecodial vous garantit de la qualité de votre installation et de la sécurité des personnes et du matériel.
- Fonctionnalités :
 - Réalisation rapide du schéma unifilaire ;
 - Calcul des installations électriques BT ;
 - Visualisation des courbes disjoncteurs et des calculs de sections des câbles ;
 - Choix des protections Icc maxi., Icc mini., R, X et valeurs de réglages disjoncteurs ;
 - Visualisation des courbes de déclenchement : Curve Direct ;
 - Chutes de tension ;
 - Protections différentielles ;
 - Guide dans le choix des produits.
- Applications :
 - Destiné aux concepteurs d'installation de distribution électrique pour les bâtiments industriels et tertiaires ;
 - C'est un logiciel approuvé par l'UTE (Union Technique de l'Electricité).



Nom du fichier : N° du groupe_TP_thème_sujet_date

Lycée professionnel _____

Auteurs :



1 - MISE EN SITUATION.

Pourquoi déterminer la puissance optimale d'un transformateur HTA/BT ?

Sur-dimensionner le transformateur entraîne un investissement excessif et des pertes à vides inutiles. Mais la réduction des pertes en charge peut être très importante.

Sous-dimensionner le transformateur entraîne un fonctionnement quasi permanent à pleine charge et souvent en surcharge avec les conséquences suivantes :

- Un rendement inférieur (un transformateur a le meilleur rendement quand il fonctionne de 50 à 70 % de sa charge nominale) ;
- Un échauffement des enroulements entraînant l'ouverture des appareils de protection et l'arrêt plus ou moins prolongé de l'installation ;
- Un vieillissement prématuré des isolants pouvant aller jusqu'à la mise hors service du transformateur ; la norme CEI 354 signale qu'un dépassement permanent de température du diélectrique de 6 °C réduit de moitié la durée de vie des transformateurs immergés.

Aussi, pour définir la puissance optimale d'un transformateur, il est important de connaître le cycle de fonctionnement saisonnier ou journalier de l'installation alimentée (puissance appelée simultanément ou alternativement par les récepteurs dont les facteurs de puissance peuvent varier dans des proportions considérables d'un récepteur à l'autre et selon l'utilisation).

Transformateur Alsthom 800 kVA - 20 kV / 400 V



Transformateur Alsthom 400 kVA - 20 kV / 400 V



Pour information : poste 90 kV / 20 kV



2 - PRESENTATION DE L'INSTALLATION ETUDIEE (Voir document ci-après).

La distribution radiale arborescente de l'énergie électrique BT d'une usine est organisée de la façon suivante :

- Un poste de transformation **HTA/BT** et **TGBT** (Tableau **G**énéral **B**asse **T**ension) placés au centre de gravité des points de consommation d'énergie ;
- Un **TDSA** (Tableau de **D**istribution **S**econdaire **A**) pour la force motrice et les prises de courant de l'atelier de mécanique A ;
- Un **TDSB** (Tableau de **D**istribution **S**econdaire **B**) pour les fours, la force motrice et les prises de courant de l'atelier de traitements thermiques B ;
- Un **TDSC** (Tableau de **D**istribution **S**econdaire **C**) pour l'éclairage général de l'usine.

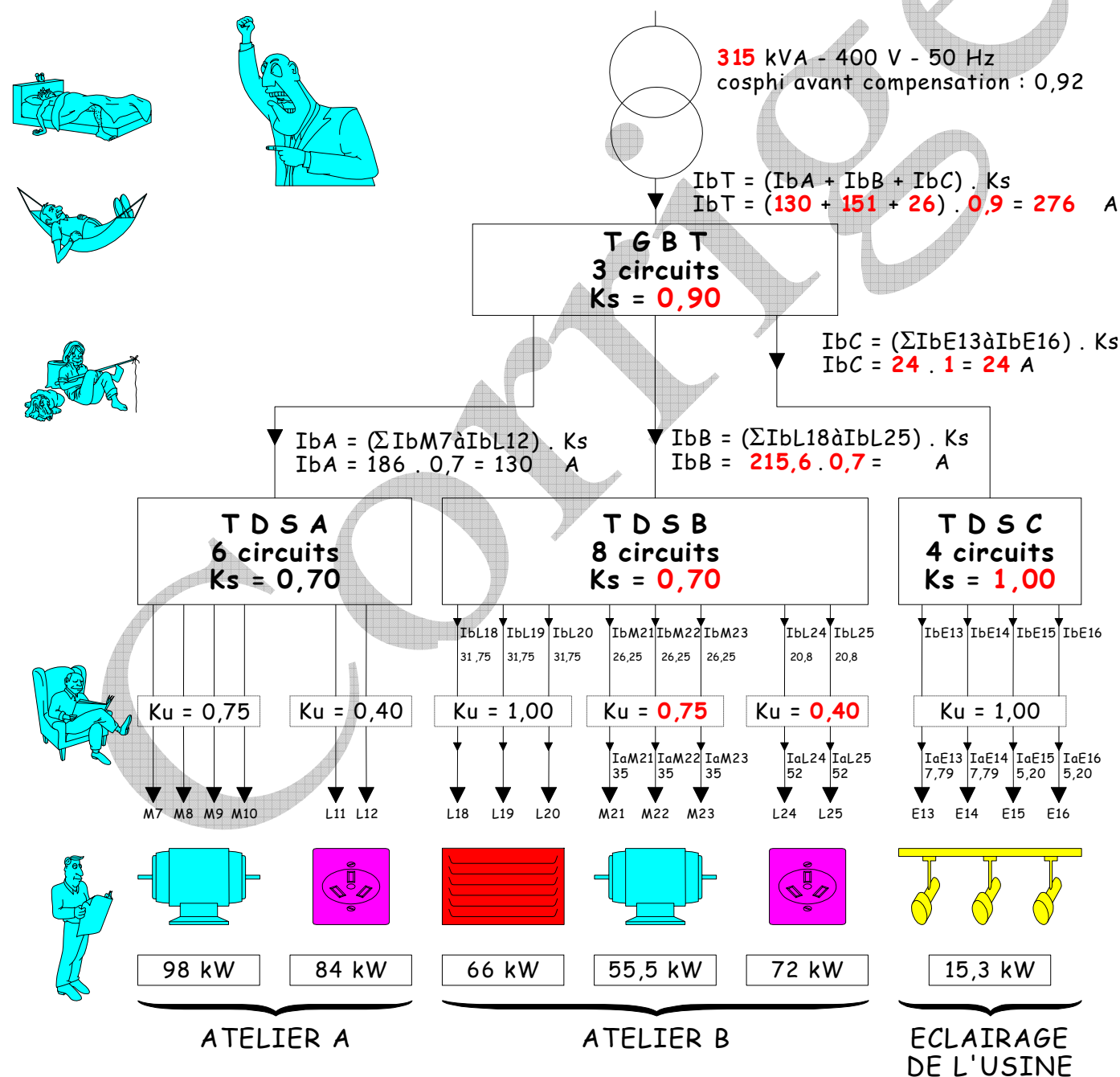


Méthode pour déterminer la puissance optimale du transformateur HTA/BT.

Il faut réaliser successivement les points 1, 2, 3, 4, 5 :

- 1 : déterminer la puissance des récepteurs ;
- 2 : appliquer les facteurs d'utilisation K_u ;
- 3 : appliquer les facteurs de simultanéité K_s ;
- 4 : déterminer la puissance d'utilisation P_u ;
- 5 : en déduire la puissance nominale S_n du transformateur.

Ce schéma doit être complété avec les résultats de vos calculs au fur et à mesure de votre progression.





3 – TRAVAIL DEMANDE.

Au cours de cette activité, vous devrez effectuer des calculs qui vous permettront de déterminer la puissance nominale du transformateur de l'usine présentée précédemment (méthode de calcul identique au progiciel).

Vous **comparerez ensuite** vos résultats à ceux trouvés par « My ECODIAL ».

Remarque : Tous les calculs demandés devront être justifiés sur votre compte rendu, les résultats de ces calculs seront à noter au fur et à mesure de l'avancement de votre travail sur le document page 3.

3.1. – Bilan de puissance et choix du transformateur.

3.1.1. – Etude du Tableau de Distribution Secondaire TDSB.

- Calculer les courants I_{aM21} , I_{aM22} et I_{aM23} respectivement absorbés par les moteurs M21, M22 et M23.

On précise :

- M21 : $P_n = 18,50 \text{ kW}$ – $\cos \varphi = 0,862$ – $\eta = 0,885$;
- M22 : $P_n = 18,50 \text{ kW}$ – $\cos \varphi = 0,862$ – $\eta = 0,885$;
- M23 : $P_n = 18,50 \text{ kW}$ – $\cos \varphi = 0,862$ – $\eta = 0,885$;
- Les moteurs sont alimentés sous $400 \text{ V } 3 \sim$.

Voir documents techniques : « 1. Moteurs asynchrones ».

Formule littérale	Application numérique	Résultat
$I_{aM21} = I_{aM22} = I_{aM23} = \frac{P_n}{(\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi)}$	$= \frac{18\,500}{(\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,885 \cdot 0,862)}$	$= 35 \text{ A}$

/2

- Calculer les courants d'emploi I_{bM21} , I_{bM22} et I_{bM23} .

On précise :

- $I_{bM} = I_{aM} \times K_u$

Voir documents techniques : « 2.1 Facteur d'utilisation (K_u) ».

Formule littérale	Application numérique	Résultat
$I_{bM21} = I_{bM22} = I_{bM23} = I_{aM} \times 0,75$	$= 35 \times 0,75$	$= 26,25 \text{ A}$

/2

- Calculer les courants d'emploi I_{bL24} et I_{bL25} (circuits prises de courant).

On donne :

- $K_u = 0,4$

Remarque : les courants d'emploi I_{bL24} et I_{bL25} sont à arrondir au nombre entier inférieur.

Formule littérale	Application numérique	Résultat
$I_{bL24} = I_{bL25} = I_{bL} \times 0,4$	$= 52 \times 0,4$	$= 20,8 \text{ A}$

/2



- Calculer le courant d'emploi I_{bB} au niveau du TDSB.

On précise :

$$I_{bB} = \sum (I_{bL18} \text{ à } I_{bL25}) \cdot K_s$$

Voir documents techniques : « 2.2 - Facteur de simultanéité (K_s) ». (**Nombre de circuits = 8 $\Rightarrow K_s = 0,7$**)

Formule littérale	Application numérique	Résultat
$I_{bB} = (\sum I_{bL18 \text{ à } I_{bL25}}) \times K_s$	$= (31,75 + 31,75 + 31,75 + 26,25 + 26,25 + 26,25 + 20,8 + 20,8) \times 0,7$	$= 151 \text{ A}$

/2

3.1.2. – Etude du Tableau de Distribution Secondaire TDSC.

- Calculer le courant d'emploi I_{bC} .

Remarque : une réflexion de votre part s'impose, 100% de l'éclairage.

[**Nombre de circuits = 4 $\Rightarrow K_s = 0,8$**

Voir documents techniques : « 2.2 - Facteur de simultanéité (K_s) ». $\Rightarrow K_{s\text{majoré}} = 1$ (**car circuits d'éclairage**)

Formule littérale	Application numérique	Résultat
$I_{bC} = (\sum I_{bE13 \text{ à } I_{bE16}}) \times K_s$	$= (7,79 + 7,79 + 5,2 + 5,2) \times 1,00$	$= 26 \text{ A}$

/2

3.1.3. – Etude du Tableau Général Basse Tension TGBT.

- Calculer le courant d'emploi total I_{bT} .

Remarque : Les courants d'emploi I_{bA} à I_{bC} sont à arrondir au nombre entier inférieur.

Voir documents techniques : « 2.2 - Facteur de simultanéité (K_s) ». (**nombre de circuits = 3 $\Rightarrow K_s = 0,9$**)

Formule littérale	Application numérique	Résultat
$I_{bT} = (I_{bA} + I_{bB} + I_{bC}) \times K_s$	$= (130 + 151 + 26) \times 0,9$	$= 276 \text{ A}$

/2

3.1.4. – Choix de la puissance nominale du transformateur.

- Calculer la puissance d'utilisation S_u en **kVA** que le transformateur devra fournir (à partir du courant d'emploi total I_{bT} déterminé précédemment).

On précise :

$$S_u = U_n \cdot I_{bT} \cdot \sqrt{3} \cdot c_{\max}$$

○ Avec : S_u : puissance apparente en VA

I_{bT} : courant d'emploi total en A ;

U_n : tension nominale entre phases du transformateur = 400 V ;

c_{\max} : facteur de tension, selon UTE C15-100 = 1,05.

Formule littérale	Application numérique	Résultat
$S_u = P_u = U_n \times I_{bT} \times \sqrt{3} \times c$	$= 400 \times 276 \times \sqrt{3} \times 1,05$	$= 200780 \text{ VA} = 200,78 \text{ kVA}$

/2



- Calculer $Su_{\text{majorée}} = Su \cdot Km$ avec $Km = 1,5$.

Information : Km est un coefficient (valeur comprise entre 1,2 et 2) qui permet de tenir compte d'une croissance normale des besoins en énergie (extension possible).

Formule littérale	Application numérique	Résultat
$Su_{\text{majorée}} = S \times Km$	$= 200,78 \times 1,5$	$= 301170 \text{ VA} = 301,17 \text{ kVA}$

/2

- Choisir la puissance nominale normalisée (S_n en kVA) du transformateur.


Voir documents techniques : « 3 - Puissances nominales normalisées des transformateurs (en kVA) »

$S_n = 315 \text{ kVA}$

/2

3.2. - Bilan de puissance et choix du transformateur : calculs effectués à l'aide du logiciel My Ecodial 3.4.

3.2.1 - Lancement de l'application.

- Mettez l'ordinateur désigné par le Professeur sous tension et connectez-vous sur votre session.
- Double-cliquez sur l'icône . Après quelques secondes, la fenêtre principale de l'application apparaît.

3.2.2 - Chargement du projet.

- Cliquez sur le bouton **OUVRIR UN PROJET Existant**, allez dans mes documents puis double clic sur **usine_eleve.eac**.
- Le projet **usine_eleve.eac** est chargé, son nom apparaît dans la barre de titre de la fenêtre, le schéma unifilaire **incomplet** de l'installation doit apparaître dans l'onglet **conception et dimensionnement**.


3.2.3 - Enregistrement du projet.

- Cliquez le menu icône **Disquette**.
- Cliquez la commande **Enregistrer sous**.
- Renommez ce fichier par, saisissez **usine_votrenom.eac**.
- Cliquez sur le bouton **OK**. Le projet est enregistré.


Pensez à sauvegarder votre travail de façon régulière.



3.2.4 – Complémentation du schéma unifilaire.

- Les circuits C21 à C23 (Moteurs M21 à M23) ont été volontairement supprimés sur le schéma unifilaire de l'onglet **conception et dimensionnement**.
- Cliquez le bouton  dans la barre d'outils schéma unifilaire.
- Cliquez sur **charge**, puis placez la charge et son départ sous le jeu de barres du **TDSB**, à droite du circuit **20** (Four). Cela pour le moteur M21.
- Terminez le schéma en plaçant deux symboles identiques au précédent pour les circuits **22** et **23** (moteurs M22 et M23).

3.2.5 – Modification des caractéristiques des circuits 21, 22 et 23.

- Après avoir sélectionné l'outil pointeur , double-cliquez la ligne du **Circuit21 (moteur M21)**, le départ s'affiche dans un rectangle vert, la boîte de dialogue **Propriétés** s'affiche.
- Renseignez **Circuit Charge moteur 21** puis cliquez sur **ouvrir le guide de choix du départ moteur**.
- Dans la zone **Moteur**, saisir la valeur de **Puissance mécanique réelle (kW)** désirée (My Ecodial propose une base de donnée des caractéristiques standards moteur), ensuite la grille de saisie se remplit automatiquement (les valeurs peuvent être modifiées manuellement par la suite).
- Renseignez la suite de la page comme suit :

Départ moteur

Puissance mécanique utilisée pour le dimensionnement (kW) 18,5
I_r dimensionnement 35
Type de démarrage Direct
Deux sens de marche Non
Id/I_r 7,2

Protection thermique

Classe de déclenchement Classe 10
Implémentation de la protection thermique Indifférent

Contacteur

Avec contacteur ? Oui
Type de coordination Type 1
Implémentation du contacteur Séparé

Puis **OK**.

- Cliquez cette fois ci sur le moteur seul, il apparait en encadré coloré vert.
- Renseignez l'étiquette : **Charge moteur** Force Motrice 21 .
- Vérifier les valeurs suivantes : **P_{mr}** ; **Cos φ** ; **Rendement moteur** ; **I_b (A)** et **K_u**.
- Faire la même chose pour les autres moteurs.
- Vérifier les K_u des autres départs.



3.2.6 - Renseignement des coefficients de simultanéité Ks.

- Cliquer sur chaque jeu de barre puis renseigner les **Ks** dans le menu propriétés.

3.2.7 - Calcul du projet.

- Lancer le calcul du projet :  .

3.2.8 – Comparaison des calculs.

En cliquant sur le câble alimentant un jeu de barre, vous trouverez les courants d'emploi Ib à comparer avec vos résultats dans le tableau ci-après.

Câble	C TGBT
Paramètres	
Longueur	5 m
Mode de pose	13 F Câbles monoconducteurs sur des chemins de câbles ou tablettes perforé en parcours horizontal
Type de câble	Monoconducteur
Nb de circuits jointifs supplémentaires	0
Isolant	PR
Température ambiante	30 °C
THDI de rang 3 dans le neutre	9,3 %
Ib	285 A

Ib du TGBT

Faire apparaitre les différents résultats dans le tableau ci-dessous :

	Ib TDSA	IbTDSB	Ib TDSC	Ib TGBT
Vos résultats	130 A	151 A	26 A	276 A
Les résultats My ECODIAL	128,8 A	147,7 A	24 A	285 A

3.2.9 – Augmentation de la puissance du transformateur.

- Cliquez sur le transformateur.
- Dans l'onglet propriétés, modifiez la valeur de la puissance apparente majorée.

$$S_{\text{majorée}} = S \times K_m \quad \text{avec} \quad K_m = 1,5.$$

- Lancez à nouveau :  .

- Sauvegardez le travail réalisé en cliquant le bouton **Enregistrer** dans la barre d'outils.

3.2.10 – Impression du schéma.

- Imprimez le schéma que vous venez de réaliser en cliquant sur le bouton **Imprime le schéma** dans la barre d'outils. L'impression du schéma est lancée.

3.2.11 – Fermeture de l'application.

- Quittez le logiciel.