


TP 2.2 :

Relèvement du facteur
de puissance et dimensionnement des
conducteurs

Système : Mini centrale

 <p>LYCÉE GERMAINE TILLION</p> <p>BTS Electrotechnique</p> <p>TP 2.2</p>	<p>LYCÉE VIETTE MONTBELIARD</p> <p>Relèvement du facteur de puissance. Dimensionnement des conducteurs</p>	<p><u>Système</u> :</p> <p>Mini centrale hydraulique</p> <p>ESSAIS DE SYSTÈMES</p>
--	---	---

sujet et annexes téléchargeables sur <http://laurent.macherel.free.fr>

PRÉPARATION

Echauffement des câbles électriques

La température d'un conducteur est liée à la l'énergie thermique qu'il a accumulé.
Cette énergie provient de la puissance dissipée par les pertes joule dans le conducteur.

On rappelle les différentes relations (toutes les grandeur citées sont dans leur unité SI) :

- Liens entre l'échauffement et l'énergie thermique reçue par un matériaux :
 $\Delta Q = C_m \cdot m \cdot \Delta \theta$ où C_m est la capacité thermique massique du matériaux et m sa masse
- Lien entre la puissance et l'énergie: $\Delta E = P \cdot \Delta t$ où Δt est la durée de l'échange d'énergie.
- Lien entre les dimensions et la masse d'un conducteur : $m = l \cdot S \cdot M_v$ où l est sa longueur, S sa section et M_v la masse volumique du métal conducteur.
- Lien entre les dimensions et la résistance d'un conducteur. $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ où l est sa longueur, S sa section et ρ la conductivité du métal conducteur
- Puissance dissipée par un résistor : $P = R \cdot I^2$

Application

Dans nos calculs on se placera dans le cas le plus défavorable en considérant que rien ne refroidi le conducteur (l'énergie s'accumule totalement).

Expliquez en quoi cette hypothèse reste proche du cas d'un court circuit.


Calculer la température d'un câble en cuivre de section $S = 10 \text{ mm}^2$, de longueur 20 m et traversé par un courant de 5 kA

Un câble ne doit pas dépasser la température de 250°C , calculer le temps maximum de courant de court-circuit qu'il pourra supporter sachant que ce câble est en aluminium, de section 120 mm^2 de longueur 40 m et que le courant de court-circuit est de 42 kA

choix d'un disjoncteur et des conducteurs.

Recherchez la signification où le rôle des notions suivantes :

- courant d'emploi
- courant assigné
- coefficient d'utilisation
- coefficient de simultanéité
- déclancheur thermique ou long retard
- déclancheur magnétique
- Courant admissible corrigé

 <p>LYCÉE GERMAINE TILLION</p> <p>BTS Electrotechnique</p>	<p>LYCÉE VIETTE MONTBELIARD</p> <p>Relèvement du facteur de puissance. Dimensionnement des conducteurs</p>		<p><u>Système :</u> Mini centrale hydraulique</p> <p>ESSAIS DE SYSTÈMES</p>
<p>TP 2.2</p>			

sujet et annexes téléchargeables sur <http://laurent.macherel.free.fr>

1- RÉFÉRENTIEL

Fonction 1 ÉTUDE TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE

Tâche 1.5 : Élaborer une offre adaptée (chiffrage et devis) au cahier des charges en déterminant les moyens d'exécution prévisionnels

- ☒ C05 : Déterminer les ressources et les contraintes
- ☒ C11 : Estimer les coûts prévisionnels

Tâche 2.2 : Adapter des solutions techniques y compris dans le cadre d'une prestation de service

- ☒ C02 : Choisir une solution technique
- ☒ C07 : Argumenter sur la solution technique

2- RESSOURCES

3- SITUATION DE TRAVAIL

On observera le fonctionnement d'une installation dans différentes conditions de fonctionnement.

On observera les effets du relèvement du facteur de puissance.

On déterminera la section de câble destiné à relier l'installation au réseau et on retiendra la solution la plus économique.

On s'assurera que cette ligne est bien protégée par les dispositifs prévus dans l'installation.

1 MESURES À RÉALISER

Ces mesures permettront de comparer le fonctionnement de la centrale avant et après le relèvement du facteur de puissance

1.1 Mettre le dispositif sous tension.

- Laisser le logiciel démarrer. Si une alarme de défaut se déclenche appeler le professeur.

Sélectionner :

- production mode couplé (auto)
- auto
- marche
- revenir au menu principal et sélectionner :
 - paramètres
 - modèle retenue

1.2 Mesures

- On relève les valeurs de puissance apparente, active et réactive et l'intensité des courants de ligne, pour des hauteurs de chute variant de 30m à 70m.

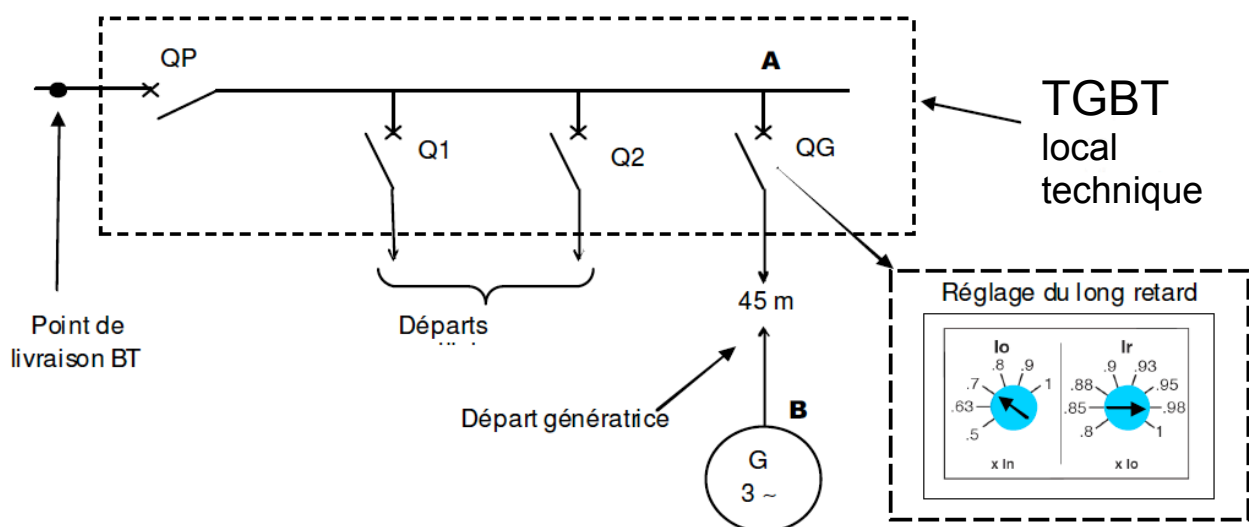
Les valeurs seront relevées sur le module de mesure "Sentron pac2400" :

- item7 "Puissance totale"
- item 3 "courants"
- On refait les mêmes mesures en ajoutant la batterie de condensateurs en activant "compensation" dans le menu "mesures électriques".

1.3 Interprétation :

- Comparez, grandeur par grandeur, les mesures obtenue dans les deux cas
- En déduire les avantages lié à la compensation.

2 DÉTERMINATIONS DES CONDUCTEURS



Données techniques:

La microcentrale hydroélectrique étudiée possède les caractéristiques suivantes:

- hauteur de chute: 25 m
- débit moyen: 1,4 m³/s
- génératrice asynchrone: 250 kW
- turbine Pelton

le réseau électrique possède les caractéristiques suivantes:

- réseau triphasé 400 V entre phases
- facteur de puissance de la génératrice à 100 / 75 / 50 / 25 % de charge :
0,84 / 0,82 / 0,75 / 0,54
- canalisation A: câbles unipolaires isolés au Polyéthylène Réticulé, posés en un seul circuit sur une échelle à câble, à une température ambiante maxi de 40°C
- disjoncteur QG: calibre 630 A, crans de réglage de la protection I_{inst} contre les courts-circuits: 2;3;4;5;6;7;8;9;10 $\times I_{\text{Rth}}$
- caractéristiques des câbles : résistivité du cuivre $\rho = 0,0225 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, résistivité de l'aluminium $\rho = 0,036 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$, réactance $\lambda = 0,08 \text{ m}\Omega/\text{m}$
- résistance totale (réseau amont+transformateur+câble+JdB) d'une phase au point A : 2,85 m Ω
- réactance totale (réseau amont+ transformateur+câble+JdB) d'une phase au point A : 8,78 m Ω
- masse volumique de l'aluminium : $M_v = 2700 \text{ kg}/\text{m}^3$
- chaleur massique de l'aluminium : $C_m = 900 \text{ J}/(\text{kg}.\text{K})$
- température des conducteurs en aluminium en régime nominal : $\theta_n = 90 \text{ }^\circ\text{C}$
- température maximale des conducteurs en aluminium : $\theta_m = 250 \text{ }^\circ\text{C}$

Pour les cas suivants, en vous aidant du document fourni en annexe, déterminer les sections de câble nécessaires pour une phase et leurs coûts de mise en oeuvre sachant que la longueur de câble est de 45 m.

Type de câble	Section	coût
gainé cuivre		
gainé aluminium		

3 DIMENSIONNEMENT DES PROTECTIONS.

3.1 *Protection du départ génératrice*

- Justifier le réglage du déclencheur Long Retard de QG.

- Donner un schéma présentant la boucle de court-circuit pour une court-circuit triphasé au point A. Calculer l'intensité I_{cc3A} de ce courant de court-circuit triphasé I_{cc3A} au point A.
- En déduire le pouvoir de coupure minimum du disjoncteur QG.

3.2 *Vérification de l'échauffement du câble du départ génératrice*

- Donner l'expression de l'énergie dissipée dans le câble lors d'un court-circuit triphasé de 13 kA au point B coupé en un temps tcc.
- Calculer la durée maximale du court circuit pour ne pas atteindre la température critique du câble en considérant qu'il n'y a pas d'échange avec l'extérieur. (on suppose ici un câble en aluminium.
- Vérifier que le disjoncteur QG protège bien le câble sachant qu'il coupe le court circuit en 40 ms.



Annexe 1

Détermination de la section des conducteurs

Les canalisations non enterrées

■ Détermination de la lettre de sélection.

type d'éléments conducteurs	mode de pose	lettre de sélection
conducteurs et câbles multiconducteurs	■ sous conduit profilé ou goulotte en apparent ou encastré ■ sous vide de construction, faux plafond ■ sous caniveau, moulure, plinthes, chambranles ■ en apparent contre mur ou plafond ■ sur chemin de câble ou tablettes non perforées	B C
câbles multiconducteurs	■ sur échelles, corbeaux, chemin de câble perforé ■ fixés en apparent, espacés de la paroi ■ câbles suspendus	E
câbles monoconducteurs		F

Les canalisations non enterrées (le coefficient K1)

■ Détermination de K1.

lettre de sélection	cas d'installation	k1
B	■ câbles dans des conduits encastrés directement dans des matériaux thermiquement isolants	0,70
	■ conduits encastrés dans des matériaux thermiquement isolants	0,77
	■ câbles multiconducteurs	0,90
	■ vides de construction et caniveaux	0,95
C	■ pose sous plafond	0,95
B,C,E,F	■ autres cas	1

Les canalisations non enterrées (le coefficient K2)

■ Détermination de K2.

lettre de sélection	disposition des câbles jointifs	facteur de correction k2															
		nombre de circuits ou câbles multiconducteurs															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20				
B, C	encastrée ou noyée dans les parois	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40	0,40				
C	simple couche sur les murs ou les planchers ou tablettes non perforées	1,00	0,85	0,75	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70							
	simple couche au plafond	1,00	0,85	0,75	0,72	0,69	0,67	0,66	0,65	0,64							
E, F	simple couche sur les tablettes horizontales perforées ou tablettes verticales	1,00	0,85	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72							
	simple couche sur les échelles à câbles corbeaux, etc.	1,00	0,85	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78							

Lorsque les câbles sont disposés en plusieurs couches, appliquer en plus un facteur de correction de :
0,80 pour 2 couches - 0,73 pour 3 couches - 0,70 pour 4 ou 5 couches - 0,68 pour 6 ou 8 couches - 0,65 pour 9 et plus.

Les canalisations non enterrées (le coefficient K3)

■ Détermination de K3.

températures ambiantes °C	isolants		
	élastomère (caoutchouc)	polychlorure de vinyle (PVC)	polyéthylène réticulé (PR) butyle, éthylène propylène (EPR)
10	1,29	1,22	1,15
15	1,22	1,17	1,12
20	1,15	1,12	1,08
25	1,07	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00
35	0,93	0,93	0,96
40	0,82	0,87	0,91
45	0,71	0,79	0,87
50	0,58	0,71	0,82
55	-	0,61	0,76
60	-	0,50	0,71
65	-	-	0,65

Les canalisations non enterrées

■ Choix des sections : cuivre.

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
		caoutchouc ou PVC					butyle ou PR ou éthylène PR				
lettre de sélection	B	PVC3	PVC2	PR3	PR2		PVC3	PVC2	PR3	PR2	
	C	PVC3		PVC2	PR3	PR2	PVC3	PVC2	PR3	PR2	
section cuivre (mm²)	E		PVC3		PVC2	PR3		PVC2	PR3	PR2	
	F										
1,5	15,5	17,5	18,5	19,5	22	23	24	26			
2,5	21	24	25	27	30	31	33	36			
4	28	32	34	36	40	42	45	49			
6	36	41	43	48	51	54	58	63			
10	50	57	60	63	70	75	80	86			
16	68	76	80	85	94	100	107	115			
25	89	96	101	112	119	127	138	149		161	
35	110	119	126	138	147	158	169	185		200	
50	134	144	153	168	179	192	207	225		242	
70	171	184	196	213	229	246	268	289		310	
95	207	223	238	258	278	298	328	352		377	
120	239	259	276	299	322	346	382	410		437	
150		299	319	344	371	395	441	473		504	
185		341	364	392	424	450	506	542		575	
240		403	430	461	500	538	599	641		679	
300		464	497	530	576	621	693	741		783	
400					656	754	825			940	
500					749	868	946			1083	
630					855	1005	1088			1254	

Les canalisations non enterrées

■ Choix des sections : aluminium.

		isolant et nombre de conducteurs chargés (3 ou 2)									
		caoutchouc ou PVC					butyle ou PR ou éthylène PR				
lettre de sélection	B	PVC3	PVC2	PR3	PR2		PVC3	PVC2	PR3	PR2	
	C	PVC3		PVC2	PR3	PR2	PVC3	PVC2	PR3	PR2	
section aluminium (mm²)	E		PVC3		PVC2	PR3		PVC2	PR3	PR2	
	F										
2,5	16,5	18,5	19,5	21	23	25	26	28			
4	22	25	26	28	31	33	35	38			
6	28	32	33	36	39	43	45	49			
10	39	44	46	49	54	59	62	67			
16	53	59	61	66	73	79	84	91			
25	70	73	78	83	90	98	101	108		121	
35	86	90	96	103	112	122	126	135		150	
50	104	110	117	125	136	149	154	164		184	
70	133	140	150	160	174	192	198	211		237	
95	161	170	183	195	211	235	241	257		289	
120	186	197	212	226	245	273	280	300		337	
150		227	245	261	283	316	324	346		389	
185		259	280	298	323	363	371	397		447	
240		305	330	352	382	430	439	470		530	
300		351	381	406	440	497	508	543		613	
400					526	600	663			740	
500					610	694	770			856	
630					711	808	899			996	



Annexe 2

CABLES RIGIDES ET SEMI-RIGIDE POUR INSTALLATIONS INDUSTRIELLES

U-1000 R2V NF C 32-321 CUIVRE

Libellé	S	Code	Prix	VALEURS		Service payant	Libellé	S	Code	Prix	VALEURS		Service payant		
Désignation		Code SAP	€/km	Mini	Incrément	Coupe	Désignation		Code SAP	€/km	Mini	Incrément	Coupe		
AMES EN CUIVRE MASSIVES							AMES EN CUIVRE CABLEES CLASSE 2								
6G1,5 GL		01248563	10048108	1 927	50	1	150	3x35 GL		01360480	10013009	12 700	20	1	150
8G1,5 GL		01248566	10048110	2 614	30	1	150	3x50 GL		01360490	10013039	18 720	20	1	150
10G1,5 GL		01248556	10048111	2 903	30	1	150	3x50+35 GL		01361040	10013120	22 283	20	1	150
14G1,5 GL		01248559	10048113	3 893	30	1	150	3x70 GL		01360500	10013190	25 404	20	1	150
19G1,5 GL		01361500	10046515	5 307	30	1	150	3x70+35 GL		01361050	10013204	30 365	20	1	150
24G1,5 GL		01361600	10046517	6 967	30	1	150	3x70+50 GL		01361060	10013208	31 202	20	1	150
27G1,5 GL		01361640	10046519	7 585	30	1	150	3x95 GL		01360510	10013010	34 847	20	1	150
30G1,5 GL		01248562	10048117	8 739	1700	1	NON	3x95+50 GL		01361070	10013030	40 299	20	1	150
37G1,5 GL		01361700	10046520	10 041	30	1	150	3x120 GL		01360520	10013361	46 092	20	1	150
10G2,5 GL	C	01248557	10048120	4 543	500	1	NON	3x120+70 GL		01361080	10013352	53 667	20	1	150
								3x150 GL		01360530	10013294	56 529	20	1	150
19G2,5 GL		01361510	10046516	8 250	20	1	150	3x150+70 GL		01361090	10013353	63 735	10	1	150
24G2,5 GL		01361610	10046518	10 938	20	1	150	3x185 GL		01360540	10013440	68 999	10	1	150
27G2,5 GL		01248561	10048125	12 247	20	1	150	3x185+70 GL		01361100	10013358	75 694	10	1	150
37G2,5 GL		01361710	10046521	16 305	20	1	150	3x240 GL		01360550	10012938	86 975	10	1	150
7G4 GL		01248564	10048127	5 161	20	1	150	3x240+95 GL		01361120	10012937	97 695	10	1	150
AMES EN CUIVRE CABLEES CLASSE 2							4G35 GL		01360685	10013032	16 434	10	1	150	
1x35 GL		01360080	10012978	4 073	20	1	150	4x35 GL		01360680	10013031	16 341	10	1	150
1x50 GL		01360090	10013072	5 811	20	1	150	4G50 GL		01360695	10013122	24 101	10	1	150
1x70 GL		01360100	10013073	7 747	20	1	150	4x50 GL		01360690	10013121	23 927	10	1	150
1x95 GL		01360110	10012979	10 300	10	1	150	4G70 GL		01360705	10013338	32 986	10	1	150
1x120 GL		01360120	10013093	13 040	10	1	150	4x70 GL		01360700	10013343	32 956	10	1	150
1x150 GL		01360130	10013092	16 104	10	1	150	4G95 GL		01360715	10013035	45 455	10	1	150
1x185 GL		01360140	10013059	19 878	10	1	150	4x95 GL		01360710	10013034	44 227	10	1	150
1x240 GL		01360150	10013071	25 529	10	1	150	4x120 GL		01360720	10013362	58 764	10	1	150
1x300 GL		01360160	10013411	32 438	10	1	150	4x150 GL		01360730	10013295	71 665	10	1	150
1x400 GL		01360170	10013413	45 891	10	1	150	4x185 GL		01360740	10013441	89 749	10	1	150
1x500 GL		01360180	10014670	61 588	10	1	150	5G35 GL		01363880	10013033	20 740	10	1	150
1x630 GL		01094581	10014671	76 760	10	1	150	5G50 GL		01360895	10013123	30 115	10	1	150
2x35 GL		01360280	10012985	8 753	10	1	150	5G70 GL		01006480	10013354	41 872	10	1	150
2x50 GL		01360290	10013038	13 257	10	1	150	5G95 GL		01006481	10013943	56 827	10	1	150
AMES EN CUIVRE CABLEES CLASSE 2 petites sections et 7 conducteurs et plus							5G4 GL		01343110	10046505	3 974	50	1	150	
2x1,5 GL		01343000	10046494	1 029	100	1	150	7G1,5 GL		01343170	10046506	2 693	50	1	150
2x2,5 GL		01343010	10046495	1 512	50	1	150	7G2,5 GL		01343180	10046507	3 974	50	1	150
2x4 GL		01343020	10046496	1 979	50	1	150	7G6 GL		01248565	10048129	8 097	20	1	150
3G1,5 GL		01343030	10046497	1 250	50	1	150	10x1,5 GL		01074829	10045048	3 830	20	1	150
3G2,5 GL		01343040	10046498	1 741	50	1	150	12G1,5 GL		01343470	10046508	4 590	20	1	150
3G4 GL		01343050	10046499	2 613	50	1	150	12G2,5 GL		01343480	10049866	6 522	20	1	150
4G1,5 GL		01343060	10046500	1 563	50	1	150	19G1,5 GL		01343670	10046510	6 792	20	1	150
4x1,5 GL		01248738	10045046	1 761	50	1	150	19G2,5 GL		01343680	10049868	9 926	20	1	150
4G2,5 GL		01343070	10046501	2 238	50	1	150	27G1,5 GL		01343690	10049858	8 780	20	1	150
4G4 GL		01343080	10046502	3 427	50	1	150	37G1,5 GL		01343700	10049859	12 432	20	1	150
5G1,5 GL		01343090	10046503	2 048	50	1	150								
5G2,5 GL		01343100	10046504	2 920	50	1	150								

U-1000 AR2V NF C 32-321 ALUMINIUM

2x1000 AREA 1000											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--