



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة العربي التبسي - تبسة
Université Larbi Tebessi - Tébessa
معهد المناجم
Institut des Mines
قسم الإلكتروميكانيك
Département Electromécanique



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Filière : Génie Minier

Option : Electromécanique Minière

Alimentation d'une carrière par l'Energie électrique (calcul et dimensionnement) - Carrière Benbellat Ahmed Batna -

Par

GHODBANE Ali et KLAA Bilel

Devant le jury :

RACHACH Abdelkrim	MAA	Président	Université Larbi Tebessi-Tébessa
LOUFI Messaoud	PR	Encadreur	Université Larbi Tebessi-Tébessa
MELKIA Chawki	MAA	Examineur	Université Larbi Tebessi-Tébessa

Promotion 2020-2021

Remerciement

À l'issu de cette étude, Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à toutes les personnes qui nous ont aidés tout le long de notre travail.

Notre reconnaissance va plus particulièrement à :

*Notre promoteur Monsieur **LOUAFI MESSAOUD** pour avoir accepté de nous encadrer. Nous lui exprimons par la présente toute notre gratitude pour la confiance qu'il nous a prodigué, pour ses encouragements continus, pour le suivi de près de notre travail et pour ses qualités humaines.*

Notre respect au président du jury et les membres du jury qui nous feront l'honneur d'examiner notre travail.

L'ensemble des enseignants qui nous ont suivis durant notre cycle d'étude.

K.Bilel & G.Ali

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	a
 CHAPITRE I : L'IMPORTANCE DE L'ELECTRICITE.....	01
INTRODUCTION.....	01
I-L'ELECTRICITE	02
I-1-PRODUCTION ET UTILISATION.....	03
I-1-1-PRODUCTION ET TRANSMISSION.....	03
I-1-2-D'EGA A SONELGAZ (DE 1962 AUX ANNEES 1970).....	06
I-1-3-PROJETS EN COURS	10
I-2-EVOLUTION DE L'ELECTRICITE.....	11
I-2-1-APPLICATIONS.....	12
II-POURQUOI AVONS-NOUS BESOIN DE NORMES TECHNIQUES.....	14
II-1-LES QUATRE PRIORITÉS FONDAMENTALES.....	15
II-2-UNITES DE MESURE ET CHIFFRES CLES.....	16
CONCLUSION.....	17
	18
 CHAPITRE II : LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS L'INDUSTRIEMINIERE.....	19
INTRODUCTION.....	19
I- COUTS ENERGETIQUES DE L'EXPLOITATION DU SECTEUR MINIER.....	21
I-1- VOIES POSSIBLES ET MOYENS POUR ECONOMISER L'ENERGIE ELECTRIQUE.....	22
II- CHOIX DES PARAMETRES RATIONNELS DES ELEMENTS DU SYSTEME D'ALIMENTATION DES ENTREPRISES EN PHASE DE CONSTRUCTION OU D'EXTENSION.....	23
II-1- POSSIBILITES DE REDUIRE LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE DES ENTREPRISES EN PHASE D'EXPLOITATION.....	24
III- ETUDE DES METHODES DE CALCUL DU BILAN ELECTRIQUE DES ENTREPRISES.	24
III-1- FORMULES ET GRANDEURS ELECTRIQUES.....	27
III-1-1- PUISSANCE INSTALLEE « PN » (KW).....	27
III-1-2- PUISSANCE ABSORBEE « PA » (KW OU KVA).....	28

III-1-3- PUISSANCE D'UTILISATION PU (KW OU KVA).....	29
III-1-4- COEFFICIENTS « Ku, Ks ET Ke ».....	29
a- COEFFICIENT D'UTILISATION « Ku ».....	30
b- COEFFICIENT DE SIMULTANITE « Ks ».....	30
c- COEFFICIENT D'EXTENSION « Ke ».....	32
III-2- BESOIN EN ENERGIE.....	32
III-2-1- BILAN DE PUISSANCE.....	33
IV- CHOIX DES PROTECTIONS ET CALIBRES.....	33
IV-1- METHODOLOGIE.....	34
IV-1-1- COURANTS ADMISSIBLES ET CHOIX DES DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LES SURCHARGES.....	35
IV-1-2- COURANT ADMISSIBLE « I _z ».....	36
IV-1-3- SURINTENSITE « I _{th} ET I _{cc} ».....	43
IV-2- DIMENSIONNEMENT DES CONDUCTEURS.....	46
IV-2-1- VERIFICATION DES LONGUEURS MAXIMALES EN SCHEMA DE LIAISON A LA TERRE IT ET TN.....	47
IV-3- PRINCIPAUX INDICES DE LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE....	49
IV-3-1-CHOIX DES TRANSFORMATEURS.....	49
CONCLUSION.....	50
CHAPITRE03 : PARTIE PRATIQUE.....	51
INTRODUCTION.....	51
HISTORIQUE.....	51
SITUATION GEOGRAPHIQUE ET TOPOGRAPHIE DU GISEMENT.....	52
PROBLEMATIQUE.....	53
CALCUL DU BILAN ELECTRIQUE DE L'ENTREPRISE.....	54
BILAN DE PUISSANCE.....	55
I- POUR LA STATION N°01	56
II- POUR LA STATION N°02.....	56
CONCLUSION.....	60
CONCLUSION GENERALE.....	61
ANNEXES	
REFERENCES	

Liste des figures

FIG01 : Alternateur du début du XXe siècle fabriqué à Budapest, Hongrie, dans le hall de production d'énergie d'une centrale hydroélectrique (photographie de Sergueï Prokoudine-Gorski, 1905- 9 5).....	04
FIG02 :L'énergie éolienne revêt une importance croissante dans de nombreux pays.....	04
FIG 03 : L'ampoule à incandescence, une des premières applications de l'électricité, fonctionne par effet Joule : le passage d'un courant électrique à travers une résistance électrique produit de la chaleur.....	12
FIG 04 Schéma de puissance.....	25
FIG 05 Source d'alimentation.....	28
FIG 06 Méthodologie.....	33
FIG 07 Diagramme de protection.....	35
FIG 08 Courant admissible.....	36
FIG 09 L'harmonique de rang 3.....	39
FIG 10 Câble de terre.....	41
FIG11 : Exemple de mise à la terre.....	42
FIG 12 : Exemples de canalisation : enterré, au sol ou dans l'eau.....	43
FIG13 :Vue par satellite.....	51
FIG14 : Situation géographique du gisement.....	52

Liste des Tableaux

Tableau01 :Production d'électricité de Sonelgaz en millions de kWh (1967- 976).....	8
Tableau02 :La répartition de ces centrales à travers le territoire national.....	9
Tableau03 : Projets en cours des nouvelles centrales.....	10
Tableau 04 : Ordre de grandeur des coefficients k_u , k_s et k_e	31
Tableau 05 : Dispositif de protection.....	37
Tableau 06 : Tableau de synthèse.....	39
Tableau 07 : Liaison a la terre i_t et t_n	46

introduction

Introduction générale :

L'électricité a une grande importance dans notre vie quotidienne et pour pouvoir l'exploiter de manière optimale, nous devons comprendre cette énergie et son comportement et les variables qui la contrôlent, ce qui contribue à faire tirer le meilleur parti de cette énergie et préserver les appareils et équipements électriques, notamment dans le domaine de l'industrie, et l'industrie minière étant très dépendante de cette énergie. Nous avons vu qu'avant de lancer tout projet d'industrie minière, il faut d'abord étudier et calculer les besoins de l'institution en énergie électrique, ce qui nous a incités à faire cette recherche, dans laquelle nous avons abordé l'importance de l'électricité et les domaines de sa consommation dans l'industrie, avec une explication des méthodes scientifiques pour faire les calculs et les adopter dans les études sans en négliger aucun ; Il s'agit du côté théorique. Quant au côté pratique, nous l'avons consacré à une étude de terrain, à travers laquelle nous expliquons ce qui précède, et ce afin d'atteindre l'utilisation optimale de l'énergie électrique et d'en calculer la valeur réelle en afin de pouvoir choisir le transformateur électrique approprié qui assure un bon fonctionnement sans interruption de courant ainsi que sans perte.

Chapitre01

CHAPITRE I : L'IMPORTANCE DE L'ELECTRICITE

INTRODUCTION :

La maîtrise de l'électricité s'est développée au XIX^e siècle (notamment avec l'ampoule à incandescence de Thomas Edison) et a entraîné la seconde révolution industrielle. L'électricité est d'abord utilisée à des fins industrielles (moteurs et chauffage des pièces) et d'aménagement du territoire (transport et éclairage public). Peu à peu, l'électricité entre dans les foyers et, multipliant ses usages domestiques, révolutionne les habitudes et le rythme de vie.

Vecteur énergétique indispensable à notre mode de vie, l'électricité est aujourd'hui utilisée pour l'éclairage, le chauffage mais aussi pour alimenter de nombreux appareils que nous utilisons tous les jours. Couplée à l'électronique, l'électricité est un remarquable vecteur énergétique par la souplesse et l'efficacité des processus qu'elle permet de mettre en œuvre d'autant que ses usages se font sans émission de polluants atmosphériques (CO₂ notamment, même s'il ne faut pas oublier les pollutions qui peuvent accompagner sa production dans les centrales).

I- L'ELECTRICITE :

L'électricité est l'ensemble des phénomènes physiques associés à la présence et au mouvement de la matière qui possède une propriété de charge électrique. L'électricité est liée au magnétisme, les deux faisant partie du phénomène de l'électromagnétisme, tel que décrit par les équations de Maxwell. Divers phénomènes courants sont liés à l'électricité, notamment la foudre, l'électricité statique, le chauffage électrique, les décharges électriques et bien d'autres.

La présence d'une charge électrique, qui peut être positive ou négative, produit un champ électrique. Le mouvement de cette charge représente un courant électrique, qui produit un champ magnétique. Lorsqu'une charge est placée à un endroit où le champ électrique est non nul, une force s'exerce sur elle. L'ampleur de cette force est donnée par la loi de Coulomb. Si la charge se déplace, le champ électrique effectue un travail sur la charge électrique. Nous pouvons donc parler de potentiel électrique en un certain point de l'espace, qui est généralement mesuré en volts.¹

L'électricité est au cœur de nombreuses technologies modernes. L'énergie électrique est un vecteur énergétique, qui utilise le courant électrique pour alimenter des équipements. En électronique, elle est un vecteur d'information, exploité dans les circuits électriques impliquant des composants électriques actifs tels que les tubes électroniques, les transistors, les diodes, les circuits intégrés, ainsi que les technologies d'interconnexion passives associées.

Les phénomènes électriques sont étudiés depuis l'Antiquité, bien que les progrès dans la compréhension théorique soient restés lents jusqu'aux XVII^e et XVIII^e siècles. La théorie de l'électromagnétisme est développée au XIX^e siècle et, à la fin de ce siècle, les ingénieurs électriciens commencent à utiliser l'électricité à des fins industrielles et résidentielles. L'expansion rapide de la technologie électrique à cette époque a transformé l'industrie et la société, devenant une force motrice de la deuxième révolution industrielle. L'extraordinaire polyvalence de l'électricité lui permet d'être utilisée dans un nombre presque illimité d'applications, dont le transport, le chauffage, l'éclairage,

¹- https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_realisations_eam_2009_edition

les communications et l'informatique. La production d'électricité est en conséquence un secteur industriel clef de nombreux États¹

I-1- PRODUCTION ET UTILISATION

I-1-1- PRODUCTION ET TRANSMISSION

Au VIe siècle, le philosophe grec Thalès réalise des expériences avec des tiges d'ambre qui constituent les premières études sur la production d'énergie électrique. Bien que cette méthode, connue aujourd'hui sous le nom d'effet triboélectrique, puisse soulever des objets légers et produire des étincelles, elle est extrêmement inefficace. Il faut attendre l'invention de la pile voltaïque au XVIIIe siècle pour disposer d'une source d'électricité viable. La pile voltaïque et son descendant moderne, la batterie électrique, stockent l'énergie sous forme chimique et la rendent disponible à la demande sous forme d'énergie électrique.

L'énergie électrique est généralement produite par des générateurs électromécaniques actionnés par la vapeur produite par la combustion de combustibles fossiles, par la chaleur libérée par une réaction nucléaire, ou encore par d'autres sources telles que l'énergie cinétique extraite du vent ou de l'eau courante. La turbine à vapeur moderne, inventée par Sir Charles Algernon Parsons en 1884, produit aujourd'hui environ 80 % de l'énergie électrique dans le monde en utilisant diverses sources de chaleur. Ces générateurs ne ressemblent en rien au générateur à disque homopolaire de Faraday de 1831, mais ils reposent toujours sur son principe électromagnétique selon lequel un conducteur reliant un champ magnétique changeant induit une différence de potentiel à ses extrémités. L'invention du transformateur à la fin du XIXe siècle permet de transmettre plus efficacement l'énergie électrique à une tension plus élevée mais à un courant plus faible. Une transmission électrique efficace signifie à son tour que l'électricité peut être produite dans des centrales électriques centralisées, où elle bénéficie d'économies d'échelle, puis être envoyée sur des distances relativement longues là où elle est nécessaire.

¹ - https://bibop.ocg.msf.org/docs/48/L048ENEM08E-P_InstallEquipElectr_MSFCICR.pdf

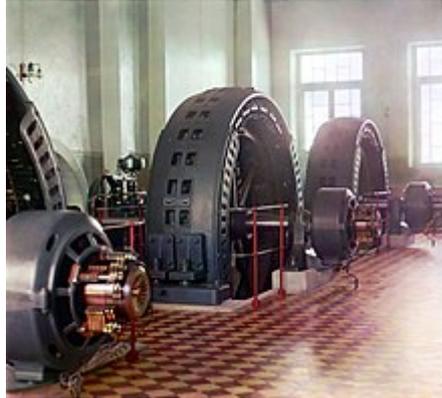


FIG01 : Alternateur du début du XXe siècle fabriqué à Budapest, Hongrie, dans le hall de production d'énergie d'une centrale hydroélectrique (photographie de Sergueï Prokoudine-Gorski, 1905-1915).

<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/electricite>

Étant donné que l'énergie électrique ne peut pas facilement être stockée en quantités suffisantes pour répondre à la demande à l'échelle nationale, il faut produire à tout moment exactement la quantité nécessaire, ce qui oblige les compagnies d'électricité à prévoir soigneusement leurs charges électriques et à maintenir une coordination constante avec leurs centrales. Une certaine quantité de production doit toujours être maintenue en réserve pour protéger le réseau électrique contre les perturbations et les pertes inévitables.



FIG02 : L'énergie éolienne revêt une importance croissante dans de nombreux pays.

<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/electricite>

La demande d'électricité augmente très rapidement à mesure qu'une nation se modernise et que son économie se développe. Les États-Unis ont enregistré une augmentation de 12 % de la demande chaque année au cours des trois premières décennies du XXe siècle, un taux de croissance que connaissent les économies émergentes telles que celles de l'Inde ou de la Chine au XXIe siècle. Historiquement, le taux de croissance de la demande d'électricité a dépassé celui des autres formes d'énergie.

Les préoccupations environnementales liées à la production d'électricité ont conduit à mettre l'accent sur la production à partir de sources renouvelables, en particulier l'énergie éolienne et solaire. Bien que l'on puisse s'attendre à ce que le débat se poursuive sur l'impact environnemental des différents moyens de production d'électricité, sa forme finale est relativement propre.¹

En Algérie la découverte des gisements de gaz : changement de cap de développement

A la suite des deux premiers plans quinquennaux achevés respectivement en 1953 et 1958, un nouveau plan d'équipement électrique de l'Algérie pour les années 1959-1963 fut établi par EGA. Transmis aux pouvoirs publics pour être incorporé au Plan de Constantine, les nouveaux moyens de étaient orientés désormais vers les centrales thermiques à vapeur au gaz naturel. On ne parlait plus d'hydroélectricité dans ce plan, l'Algérie ne disposant plus d'autres grands sites aménageables. Le seul en projet, le Bou-Sellam, fut immédiatement abandonné. Cette brusque de développement n'était que le résultat des découvertes des gisements de pétrole et de gaz. Les premiers résultats encourageants des sondages et de recherches de pétroles effectués au Sahara par SN REPAL, la Compagnie française des pétroles et la CREPS, furent annoncés aux administrateurs d'EGA lors du Conseil d'administration du 8 avril 1956. Le pétrole jaillit à Hassi Messaoud le 26 juin suivant, le gaz fut découvert le 8 novembre. Le premier transport par pipeline de Hassi Messaoud à Touggourt se déroula en 1958. D'autres gisements furent découverts : ceux d'Edjele, Tiguentourine, Zarzaitine, El Gassi, etc.,

¹- <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/electricite>

pour le pétrole, et ceux du Djebel Berga, d'Hassi R'Mel, du Gassi-Touil, etc., pour le gaz. L'importance de ces gisements était très variable. Celui d'Hassi R'Mel était gigantesque : plus de 1 000 milliards de m³ ce qui en faisait le deuxième ou troisième gisement de gaz du monde.

En 1961, 80 % des besoins en gaz étaient consommés par les zones d'Alger et d'Oran, soit environ 500 millions de m³ par an. Il s'agissait de construire un pipeline d'Hassi R'Mel à la côte avec antennes vers Alger et Oran, dont le débit serait de 3 milliards de m³ par an. Du point de vue de la production d'énergie électrique, l'amenée à la côte algérienne de telles quantités de gaz naturel créa une situation nouvelle et originale. D'abord, les réserves du gisement d'Hassi R'Mel pouvaient être considérées comme pratiquement infinies devant les besoins immédiats et prévisibles de l'Algérie. Dès lors, toutes les utilisations du gaz devaient se développer au maximum car elles étaient assurées d'une rentabilité à long, voire très long terme. Dernier point, il était possible d'exporter une partie de cette production. Les dirigeants d'EGA durent repenser la conception et le rôle de chaque nature de moyen de production. Ils portèrent leur intérêt sur les centrales thermiques à cycle mixte (gaz et fuel-oil). Ces équipements étaient destinés à assurer la basse et forte charge du diagramme de puissance de réseau. Compte tenu des faibles coûts de transport du gaz, ils pouvaient produire une électricité à très bas prix. Quant à la pointe du diagramme, elle devait être assurée par l'hydraulique et les turbines à gaz comme celle mise en service, en 1957, à Santa Cruz, près d'Oran. Ces faits nouveaux conduisirent EGA à repenser en partie sa politique d'électrification. Mais l'indépendance de l'Algérie le 4 juillet 1962 ne leur laissa pas le temps de mettre en place cette nouvelle politique. Ce furent les Algériens eux-mêmes qui mirent en œuvre les dues aux découvertes de gaz naturel que l'on avait qualifiées de « chance » lors d'un Conseil d'administration d'EGA.¹

¹ https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_realisations_eam_2009_edition_2010_5b437406aa109.pdf

I-1-2- D'EGA A SONELGAZ (DE 1962 AUX ANNEES 1970)

La grande majorité des cadres et agents de maîtrise d'EGA quitta l'ancienne colonie après l'Indépendance. Il fallut compter six mois pour rapatrier tout le monde et intégrer les hommes à EDF-GDF. Les deux à rentrer en France furent le directeur général, Marcel Weckel, et son adjoint, Jean Guilhamon, le 31 décembre 1962. Ce retour se passa bien dans l'ensemble. Pour la plupart, les salariés étaient accueillis, avec leur famille, à leur descente de bateaux ou d'avions, par des équipes d'EDF. Là, ils un ordre de mission afin d'intégrer un centre EDF-GDF disséminé à travers la France. Le départ massif des Européens d'Algérie fut un rude coup pour EGA. Les colons constituaient 87 % de sa clientèle. La domestique chuta de 33 % en deux ans et ne reprit son niveau de 1961 que sept ans plus tard. L'entreprise était suréquipée : elle disposait de 460 MW pour 250 appelés en pointe. Pour reprendre en main l'entreprise, ils purent compter sur les quelques Algériens qui avaient été formés à l'image d'Abdenour Keramane. Celui-ci devint plus tard le directeur général de Sonelgaz. Mais les années 1962 à 1968 furent une période de récession, puis de stagnation des consommations d'électricité. En 1969, EGA fut dissoute par l'Etat algérien et remplacée par la Société de l'électricité et du gaz (Sonelgaz). Avec le démarrage du 1er plan triennal (1967-1969), mais surtout des 1er et 2ème plans quadriennaux (1970- 1973 et 1974-1977), le secteur électrique revint à des taux de croissance rapides et soutenus.

Les investissements portèrent sur le développement des moyens de (centrales thermiques à vapeur à Skida de 270 MW et les extensions de celle d'Annaba de 130 MW et d'Oran de 75 MW), le renforcement et la modernisation du réseau de transport HT interconnecté du Nord et de réseaux de distribution dans les zones non encore desservies. Entre 1967 et 1976, la réalisation de ce programme en moyens de production permit d'une part un doublement de la puissance installée, qui passa de 626 MW à 1 276 MW, dont 80 % de ces installations fonctionnant au gaz naturel et, d'autre part, la construction de 1 000 lignes environ 220 kV et le passage de 150 kV à 220 kV qui augmenta sa capacité de transit. Enfin, 500 centres et près de 150 000 raccordements furent alimentés, soit plus de 1,1 million de personnes. Surtout la production augmenta de 280 % en dix

ans. Il fallut une décennie pour passer d'EGA, entreprise publique de conception à Sonelgaz, qui était devenue l'une des fiertés de la nouvelle planifiée de l'Algérie.¹

1967	1 458	1972	2 330
1968	1 640	1973	2 686
1969	1 783	1974	2 918
1970	1 985	1975	4 345
1971	2 119	1976	4 032

Tableau 01 . Production d'électricité de Sonelgaz en millions de kWh (1967-1976)

De 1947 à 1961, l'industrie de l'électricité en Algérie évolua Deux grands aménagements hydroélectriques - l'Oued Agrioum et le Djendjen — ainsi que deux centrales thermiques de 60 MW avaient été construits tandis que le doublement de la ligne de 150 kV était en cours d'achèvement. Le bilan général était positif : la production de 412 millions de kWh (1947) atteignit 1 380 millions de kWh (1961), ce qui correspondait à une progression annuelle de 10 %. Il se caractérisa également par le nombre d'abonnés qui passa de 330 000 à près de 700 000. Quant au réseau de répartition et de distribution, il progressa de 56 %, de 14 000 km à 21 800 km. Si la découverte des gisements de gaz naturel saharien en quantité presque illimitée modifia immédiatement les priorités d'EGA, en revanche la guerre d'Algérie et ses conséquences ne furent pas un frein à un processus d'électrification bien engagé depuis 1947.

L'année 1961 vit surtout, à partir de mai, le gaz naturel du gisement d'Hassi R'Mel se substituer aux combustibles (fuel et charbon) des centrales d'Alger et de Bône. Le gaz naturel représentait dès lors 80 % des thermies destinées à la production d'énergie électrique. Il en résulta une baisse du coût de production de près de 40 % par kWh. Aussi, du fait de l'utilisation de gaz dans les centrales et la disposition d'aménagements de pointe, l'Algérie était en mesure de produire à des coûts qui se rapprochaient sensiblement de ceux de la métropole. Quant aux tranches thermiques nouvelles prévues à Oran, Alger et Bône, elles avaient pour but d'abaisser le prix de l'énergie électrique, toujours plus cher qu'en métropole. Cette cherté constituait l'une des raisons principales du retard du pays et de la faiblesse de sa consommation. Pour information, la consommation de la colonie représentait au début des années 1960 2 % de celle de la.

¹ - https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_realisations_eam_2009_edition_2010_5b437406aa109.pdf

Chapitre I : l'importance de l'électricité

Sonelgaz, qui succéda à EGA, se construisit sur l'œuvre de sa devancière. Néanmoins, l'électrification de la jeune République algérienne connut un brusque arrêt entre 1962 et 1968. La fin des années 1960 et le début de la décennie suivante furent marqués par une reprise vigoureuse de L'Algérie connut de nouveau des taux de croissance à deux chiffres. L'électrification des campagnes notamment, qui était restée le parent pauvre de l'œuvre d'EGA, progressa rapidement dans les années 1970-1980, le taux d'électrification passa de 34 % à 80 %. Quant à la production d'électricité, elle était désormais à 97 % d'origine thermique. Loin était le temps des deux grands aménagements hydroélectriques de l'Oued Agrioum et du Djendjen, qui firent les beaux jours d'EGA et des firmes françaises de génie civil.

Le parc national de la production de l'électricité a été renforcé par la mise en service de huit (08) centrales électriques durant l'année 2009, ce qui portera la capacité installée nationale à 10 381 MW.

La répartition de ces centrales à travers le territoire national est donnée comme suit¹ :

	Moyen de production	Partenaire/ constructeur	Puissance
Batna	Turbines à Gaz	ANSALDO	260 MW
Larbaa		ANSALDO	560 MW
Relizane		ALSTOM	465 MW
M'sila		ANSALDO	500 MW
Annaba (Gr1, Gr2)		G-E	80 MW
Alger Port (Gr1)		G-E	80 MW
Transfert centrale vers Tamanrasset (Gr4)	Diesel	ETTERKIB	40MW
Bordj El Houass		AMMIMER ENERGIE	1500 KW
Total	-	-	3 485 MW

Tableau 02 :La répartition de ces centrales à travers le territoire national²

¹ -https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_realisations_eam_2009_edition_2010_5b437406aa109.pdf

² - référence précédente.

I-1-3- PROJETS EN COURS :

Quinze (15) nouvelles centrales d'une puissance globale de près de 4100 Mw sont en cours de réalisations avec des taux d'avancement très appréciable, rapatriés comme suit¹ :

Localisation de la Centrale	Moyen de production	Partenaire	Puissance	Etat d'avancement
Marsat (Réhabilitation)	Turbines à Gaz	ALSTOM	840 MW	85%
Terga			1200 MW	49%
Koudiet Eddraouch			1200 MW	38%
Talmine	Diesel	AMMIMER ENERGIE	800 KW 6 MW	78%
Bordj Omar Driss	Diesel	ENERIA/ BMA	2000 KW	45%
Tinzaoutine			800 KW	44%
Ideles			800 KW	45%
In Guezam			800 KW	44%
MCD2			400 KW	45%
M'Guiden		IMM SA	320 KW	76%
Beni Abbes			4 MW	47%
Bordj Badji Mokhtar			6 MW	36%
Djanet			2 MW	39%
El Golea			2 Mw	40%
Tindouf			24 MW	14%
Total			-	-

Tableau 03 : projets en cours des nouvelles centrales

¹-https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_realisations_eam_2009_edition_2010_5b437406aa109.pdf

I-2- EVOLUTION DE L'ELECTRICITE

Devenue un indicateur de développement humain, l'électricité est indispensable pour satisfaire nos besoins énergétiques. On assiste à une électrification du monde de plus en plus répandue et intense. Pourtant, près de 1,2 milliard de personnes, soit 17% de la population mondiale n'avait pas accès à l'électricité en 2013 selon l'AIE, Cet accès est une préoccupation majeure dans de nombreux pays en voie de développement où d'importants programmes d'électrification ont été mis en place, notamment en Afrique subsaharienne.

(Les solutions de stockage de l'électricité sont particulièrement importantes pour les énergies renouvelables intermittentes).

Dans les pays à forte consommation électrique, l'amélioration des réseaux de transport et de distribution, apparaît essentiel pour limiter les pertes énergétiques. Le développement progressif des réseaux intelligents (smart grids) permet une optimisation des flux électriques en jouant plus rapidement et efficacement sur la production comme sur la consommation. Ces améliorations permettraient aux marchés de l'électricité d'assurer un approvisionnement efficace et sûr et d'économiser au mieux les moyens de production nécessaires (centrales).

Le développement du stockage de l'électricité (dont on sait la difficulté) combiné avec celui des réseaux intelligents est un enjeu majeur pour une optimisation des flux électriques et surtout pour un usage plus complet des productions locales. Cela est particulièrement important pour les énergies renouvelables à production intermittente (et plus ou moins prévisible).¹

¹- <http://www.electrical-installation.org/enw/images/5/51/H-Appareillage-BT-fonctions-etchoix.pdf#page3D7> [3]
<https://www.legrand.fr/sites/default/files/guidetechlacoordination.pdf>

I-2-1- APPLICATIONS :

L'électricité est un moyen très pratique de transférer l'énergie, et elle est adaptée à un nombre énorme et croissant d'utilisations. L'invention d'une lampe à incandescence pratique dans les années 1870 a fait de l'éclairage l'une des premières applications publiques de l'énergie électrique. Bien que l'électrification ait apporté avec elle ses propres dangers, le remplacement des flammes nues de l'éclairage au gaz a considérablement réduit les risques d'incendie dans les maisons et les usines.



FIG 03 : L'ampoule à incandescence, une des premières applications de l'électricité, fonctionne par effet Joule : le passage d'un courant électrique à travers une résistance électrique produit de la chaleur.

<https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/electricite>

L'effet Joule résistif employé dans les ampoules à filament est également utilisé plus directement dans le chauffage électrique. Bien qu'il soit polyvalent et contrôlable, il peut être considéré comme un gaspillage, puisque la plupart de la production d'électricité a déjà nécessité la production de chaleur dans une centrale électrique. Un certain nombre de pays, comme le Danemark, ont adopté une législation limitant ou interdisant l'utilisation du chauffage électrique résistif dans les nouveaux bâtiments. L'électricité reste cependant une source d'énergie très pratique pour le chauffage et la réfrigération, la climatisation et les pompes à chaleur représentant un secteur croissant de la demande

d'électricité pour le chauffage et la climatisation, dont les effets sont de plus en plus pris en compte par les services publics d'électricité.

L'électricité est utilisée dans les télécommunications, et le télégraphe électrique, dont la démonstration commerciale faite en 1837 par William Fothergill Cooke et Charles Wheatstone est l'une de ses premières applications. Avec la construction des premiers systèmes télégraphiques transcontinentaux, puis transatlantiques, dans les années 1860, l'électricité permet de communiquer en quelques minutes à travers le monde. La fibre optique et la communication par satellite ont pris une part du marché des systèmes de communication, mais on peut s'attendre à ce que l'électricité reste un élément essentiel du processus.

Les effets de l'électromagnétisme sont le plus visiblement employés dans les moteurs électriques, qui fournissent de l'énergie motrice propre et efficace. Un moteur stationnaire, tel qu'un winch, est facilement alimenté en énergie, mais un moteur qui se déplace avec son application, tel qu'un véhicule électrique, est obligé soit de transporter une source d'énergie, telle qu'une batterie, soit de capter le courant d'un contact glissant, tel qu'un pantographe. Les véhicules à moteur électrique sont utilisés dans les transports en commun, tels que les bus et les trains électriques, et un nombre croissant de voitures électriques à batterie en propriété privée.

Les dispositifs électroniques utilisent le transistor, qui est peut-être l'une des inventions les plus importantes du vingtième siècle et un élément fondamental de tous les circuits modernes. Un circuit intégré moderne peut contenir plusieurs milliards de transistors miniaturisés dans une région de quelques centimètres carrés seulement. Importance de l'électricité dans l'industrie et les carrières

L'utilisation industrielle de l'énergie électrique Cependant, elle est une énergie précieuse pour la production dans les usines et l'industrie minière Mais l'énergie électrique est aussi et surtout nécessaire pour la motorisation de tous les robots, machines et automatismes, ainsi que pour alimenter les circuits électroniques.

Officiellement, presque tous les pays ont adopté des réglementations qui définissent les pratiques à respecter pour la conception et la réalisation d'installations électriques. Mais de nombreux pays où les organisations humanitaires sont actives n'ont pas de procédure de

contrôle efficace. Par ailleurs, les techniciens qualifiés et l'équipement électrique de qualité font défaut. C'est donc très souvent que les installations ne respectent même pas les réglementations locales. En outre, celles-ci peuvent être dépassées, obsolètes, ou non adaptées aux opérations humanitaires. Dans ce contexte, les organisations humanitaires doivent s'imposer elles-mêmes des normes techniques et des règles appropriées. Elles doivent aussi veiller à disposer des ressources nécessaires pour s'assurer que les installations électriques sont réalisées, entretenues et utilisées correctement.¹

II- POURQUOI AVONS-NOUS BESOIN DE NORMES TECHNIQUES :

Appliquer des normes techniques et des règles, c'est veiller au respect des aspects de sécurité essentiels. Elles facilitent aussi la mise en place de projets, ainsi que l'implémentation de solutions similaires dans le monde entier. Par ailleurs, suivre des normes techniques et des règles est également la façon la plus simple de respecter les exigences de qualité. De nombreuses normes techniques sont utilisées à divers degrés dans le monde, y compris des normes internationales. Toutefois, en raison de situations spécifiques, de nombreux pays n'appliquent que partiellement les normes nationales ou internationales.

De préférence, les projets électriques de MSF et du CICR sont gérés sur le terrain et, par conséquent, le personnel de terrain doit être correctement équipé pour assumer cette responsabilité. La tendance étant aux projets électriques toujours plus grands et complexes, la tâche des équipes de terrain est de plus en plus difficile. L'application correcte des normes techniques appropriées peut contribuer de manière significative à la gestion efficace des projets électriques et assurer ainsi la réalisation d'installations électriques sûres, fiables et de bonne qualité².

II-1- LES QUATRE PRIORITÉS FONDAMENTALES :

L'objectif des normes et des règles techniques est d'assurer le respect de certaines priorités fondamentales pour les installations électriques. Toute personne étant amenée à

¹- électrotechnique Théodor Wildi avec la collaboration de Gilbert Sybille(ingénieur, institut de recherche d'hydro-Québec) 3eme édition p :30, 31.

²- <https://www.technologuepro.com/cours-electricite-industrielle-as/chapitre-2-schemas-normesinstallations-electriques.html>

gérer une installation électrique est tenue de garder à l'esprit les priorités fondamentales suivantes :

Priorité 1: Sécurité des personnes Priorité

Protection contre le risque d'électrocution et d'incendie (Sauve des vies et préserve les équipements) TOUTES LES NORMES ET RÈGLES RELATIVES À LA SÉCURITÉ DES PERSONNES SONT DES EXIGENCES CRITIQUES

Priorité 2: Protection des équipements

Protection contre l'incendie, l'instabilité électrique et les effets de la foudre (Préserve les infrastructures et les équipements) TOUTES LES NORMES ET RÈGLES RELATIVES À LA PROTECTION DES ÉQUIPEMENTS SONT DES EXIGENCES ESSENTIELLES

Priorité 3: Continuité du service

Protection contre les arrêts et les défauts d'alimentation électrique ou effets de toute interruption de service TOUTES LES NORMES ET RÈGLES RELATIVES À LA CONTINUITÉ DU SERVICE SONT DES EXIGENCES FONCTIONNELLES

Priorité 4: Maîtrise des coûts et protection de l'environnement

Aspects concernant la pertinence des choix et du dimensionnement des sources d'alimentation électriques, ainsi que le contrôle des consommations. La 4e priorité est liée aux questions de coûts financiers et écologiques, qui sont aussi critiques, et doivent toujours être prise en considération. Pourtant, en comparaison aux premières priorités, LES PRINCIPES QUI CONCERNENT LA MAÎTRISE DES COÛTS ET LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT SONT DES EXIGENCES OPTIONNELLES¹

II-2- UNITES DE MESURE ET CHIFFRES CLES :

Tension électrique : mesurée en volt (V), elle permet de déterminer la concentration de charges électriques dans un matériau. Elle peut être comparée à la pression de l'eau dans un tuyau lorsque le robinet est fermé.

¹<https://www.technologuepro.com/cours-electricite-industrielle-as/chapitre-2-schemas-normesinstallations-electriques.html> -

Intensité du courant électrique : traduite en ampère (A), elle permet de mesurer le débit des électrons dans le conducteur, à l'image du débit d'eau qui sort du robinet.

Puissance électrique : mesurée en watt ou plus couramment en kilowatt (kW, soit 1 000 W) ou mégawatt (MW, soit 1 000 kW), elle permet de déterminer la quantité d'énergie transmise et se mesure par le produit de la tension et de l'intensité. La puissance électrique peut être associée à la puissance du jet d'eau lorsqu'il sort du robinet.

Energie électrique : elle permet d'évaluer la quantité d'électricité produite ou consommée pendant une période donnée. Elle se mesure principalement en kilowattheure (kWh), en mégawattheure (MWh ou 1 000 kWh), en gigawattheure (GWh ou 1 000 000 kWh) et en térawattheure (TWh ou 1 000 000 000 kWh). Il s'agit du nombre de kW multiplié par le nombre d'heures d'utilisation.

CONCLUSION :

L'électricité industrielle, c'est le calcul et la mise en place et l'entretien des installations électriques des machines et moyens mécanisés qui servent à la production.

Travailler dans le domaine de l'électricité industrielle, c'est donc travailler depuis le tableau électrique jusqu'aux organes terminaux: moteurs, machines-outils, automates, robots.... C'est donc un domaine très vaste et varié.

Compte tenu de la largeur de spectre du domaine de l'électricité industrielle, cette dernière est bien différente de ce qui se fait en électricité résidentielle par exemple.

Il y a des différences de norme électrique.

Au niveau du matériel électrique employé.

La complexité d'une installation électrique industrielle étant supérieure à son homologue résidentielle, cela implique qu'il y a de notions supplémentaires à connaître.

Un exemple :

Il existe des dispositifs différentiels avec une sensibilité de déclenchement de 300mA en industriel qui ne peuvent pas être utilisés en résidentiel.

Et pour produire, on utilise des machines et des outils qui consomment de l'électricité. Les grandeurs engagées, courant et tension électrique, sont bien plus importantes que dans une installation résidentielle.

De ce fait, le matériel électrique qui protège ces machines et outils de production est adapté au besoin.

Les dispositifs de protection sont souvent en tétrapolaire – triphasé avec des calibres de protection de plusieurs dizaines voir centaines d'ampères.

L'électricité industrielle met en oeuvre des puissances plus importantes, je viens de l'expliquer. Cela nécessite de posséder des notions techniques et théoriques plus avancées et complexes que dans le cas de l'électricité résidentielle.

Il est question par exemple de pouvoir de coupure, d'harmoniques, de champs magnétiques, d'équilibrage de phase, de démarrage moteur, de régime de neutre....

Mais ce n'est pas uniquement une question de théorie.

Car en industriel, il faut savoir travailler avec une vision plus large et voir plus loin que le courant ou la tension électrique.

Il faut avoir des notions de mécanique, d'automatisme et aussi d'électronique.

Une machine-outil est certes alimentée électriquement. Mais une panne de la machine peut avoir pour origine un problème mécanique. Il faudra résoudre ce dysfonctionnement mécanique avant de pouvoir la remettre en fonctionnement.

Un autre exemple: un capteur défectueux peut impacter le fonctionnement d'une machine de façon globale et provoquer une disjonction.

L'électricien qui devra trouver la panne doit alors avoir une vision globale du problème.

Il doit être parfois mécanicien ou automaticien. On parle d'ailleurs plus dans ce cas de maintenance industrielle que d'électricité industrielle.

En industriel, les moyens de production sont exploités en permanence.

Cela implique que toute intervention sur une partie de l'installation électrique risque d'impacter une ou plusieurs machines. La conséquence, c'est le "chômage technique" des opérateurs et des équipes de production entière.

En somme, une machine qui ne produit pas, c'est du chiffre d'affaires perdu, de la perte d'exploitation. En tant qu'intervenant en électricité et maintenance industrielle, c'est une source de stress important

C'est donc ce qui fait aussi la différence du domaine de l'électricité industrielle. Il faut savoir travailler un peu plus sous pression! Mais aussi travailler en horaire décalé, sur des week end, pour perturber au minimum les cycles de production et l'appareil industriel.

Chapitre02

CHAPITRE II : LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS L'INDUSTRIE MINIERE

INTRODUCTION :

L'activité minière en Algérie est très ancienne et les potentialités minières diversifiées (plus d'une trentaine de substances); aux gisements anciens de fer, phosphates, plomb, Zinc, sel, baryte, marbre, matériaux de construction,...sont venus s'ajouter des gisements d'or, wolfram, étain à exploiter et/ou à explorer dans le futur, et des indices prometteurs pour le diamant, terres rares, métaux rares et pierres précieuses et semi-précieuses. Elle était orientée principalement vers l'exploitation des gisements de fer de phosphates et de plomb - zinc. Un effort important de recherche durant ces 30 dernières années a permis de développer l'infrastructure géologique et minière de base et d'inventorier un grand nombre de gîtes et indices dont certains offrent de réelles perspectives d'investissement pour leur exploitation et que l'Etat algérien a décidé de promouvoir et de mettre en valeur. La relance de ce secteur permet à l'Algérie d'aujourd'hui d'être un pays ouvert pour des perspectives de développement certaines. La réforme engagée ces dernières années a permis de relancer les activités minières ; ainsi :

- Le chiffre d'affaire réalisé par les entreprises minières en 2006 a enregistré une croissance de plus de 50% par rapport à celui de l'année écoulée.
- L'indice synthétique de la croissance de la production du secteur minier Algérien a enregistré en 2006 une hausse de plus de 22 % par rapport à l'année 2005.
- La valeur ajoutée du secteur minier, de l'année 2006 par rapport à 2005, a enregistré un taux de croissance de près de 18 %.

La production de la branche mines a connu des évolutions contrastées en 2009. Elle a été caractérisée par la baisse de la production de certains produits à l'image du fer et du phosphate d'une part et d'autre part tirée à la hausse par un accroissement de la production d'agrégats, du Sel, de l'Or et d'Argent.

1- Fer et Phosphate

La production du Fer et du Phosphate a connu des baisses respectives de 38% et 44%, pour s'établir à des volumes respectives de 1,3 et 1,0 Millions de tonnes à fin 2009.

2 - l'OR ET l'ARGENT

La production de l'Or et de l'argent ont atteint à fin 2009, des volumes respectifs de 999 kg et 131 Kg, soit des hausses respectives de 54% et 15%.

3 – Sel

La production du sel a augmenté d'une façon appréciable durant l'année 2009. Elle est passée de 202 milliers de tonnes en 2008 à 269 milliers de tonnes en 2009, soit une augmentation de 33%.

4 – Feldspath et Pouzzolane

La production du Feldspath a atteint un volume de 131 milliers de tonnes fin 2009, contre 116 milliers de tonnes fin 2008, soit une hausse de 13%.

La production de pouzzolane a connu quand à elle une baisse de 33% en 2009, pour s'établir à 328 milliers de tonnes, contre 491 milliers de tonnes à fin 2008.

5 – Argiles et Gypse

La production de l'Argiles à fin 2009 a atteint un volume de 10 millions de tonnes contre 11 millions de tonnes en 2008, soit une baisse de 11 %.

Par ailleurs, la production de Gypse a connu une légère hausse de 6 % en 2009, passant de 1.7 millions de tonnes en 2008 à un volume de 1.8 millions de tonnes en 2009.

6 – Calcaire pour chaux

La production de Calcaire pour chaux a augmenté durant l'année 2009 de 2%, pour atteindre 130 milliers de tonnes, contre 127 milliers de tonnes en 2008.

7 – Calcaire pour le Ciment

La production de Calcaire pour ciment durant l'année 2009 est restée pratiquement inchangée par rapport à 2008, soit un volume de 20 millions de tonnes.

8- Agrégats

La production d'agrégats a augmenté durant l'année 2009, elle a atteint 52.9 millions de m³, contre 41.6 millions de m³ en 2008, soit une hausse de 27%¹.

I- COUTS ENERGETIQUES DE L'EXPLOITATION DU SECTEUR MINIER :

Les coûts énergétiques représentent une partie importante du total des coûts d'exploitation du secteur minier. Directement et indirectement, la consommation d'énergie du secteur minier contribue de façon importante aux pertes d'énergie et aux émissions de gaz à effet de serre. Il existe donc des motifs impérieux d'ordre économique et environnemental pour que les entreprises Algériennes d'extraction et de broyage de minerai procèdent à un examen approfondi de leur consommation d'énergie. Conscient de ce problème, les unités de recherches minières liées aux entreprises de production du fer et des phosphates, des métaux non ferreux ainsi que les unités de ciments et ses dérivées ont inscrit le facteur des pertes d'énergie électrique comme axe de recherche prioritaire dans le plan de développement de l'exploitation et de la recherche des mines en Algérie².

¹- https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_realisations_eam_2009_edition_2010_5b437406aa109.pdf

²- KARA MOHAMMED DOCTORAT D'ETAT OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS LES ELEMENTS DU SYSTEME D'ALIMENTATION (CONDITION DE LA CIMENTERIE DE AIN--TOUTA) Décembre 2007 université d'annaba.

I-1- VOIES POSSIBLES ET MOYENS POUR ECONOMISER L'ENERGIE ELECTRIQUE :

Les voies possibles de l'économie d'énergie électriques du système d'alimentation des entreprises industrielles, peuvent être choisi entre plusieurs possibilités, ainsi que dans tout les niveaux à savoir :

- - Au niveau de l'élaboration du projet ;
- - Pendant toute la durée de la mise en pleine exploitation ;
- - Durant l'étape de la reconstruction des entreprises.
- Il faut être conscient du fait que non seulement les bases sont élaborées par les chercheurs en économie d'énergie électrique et en technologie mais aussi les équipement, les composants et les matériaux qui jouent un rôle capital dans l'activité technologique et industrielle du pays. Dans le même temps d'ailleurs, les problèmes rencontrés couramment dans l'exploitation industrielle des techniques de l'économie par exemple constituent un fonds sur lequel s'appuient en permanence des programmes de recherche fondamentale.

Cependant, et malgré, que la majorité des entreprises de l'industrie des mines et des ciments Algérienne, actuellement, sont en phase d'exploitation. Alors, nous suggérons qu'il est utile de prendre les voies possibles de l'économie d'énergie électriques de l'étape d'élaboration du projet en considération durant l'étape de la reconstruction éventuelle de ces entreprises. C'est la raison pour laquelle, en passant à l'étude des principaux axes de l'économie d'énergie, considérés durant l'étape de la construction et de la reconstruction des entreprises¹.

¹- KARA MOHAMMED DOCTORAT D'ETAT OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS LES ELEMENTS DU SYSTEME D'ALIMENTATION (CONDITION DE LA CIMENTERIE DE AIN--TOUTA) Décembre 2007 université d'annaba

II- CHOIX DES PARAMETRES RATIONNELS DES ELEMENTS DU SYSTEME D'ALIMENTATION DES ENTREPRISES EN PHASE DE CONSTRUCTION OU D'EXTENSION :

L'alimentation des entreprises en énergie électrique, peut être assurée par le poste régional d'interconnexion où bien par le poste local du système énergétique, ces différents postes alimentent les différents postes de transformation de différentes entreprises qui alimentent les différents postes et les différents consommateurs de différents ateliers. Ces éléments sont reliés électriquement par des lignes aériennes et des câbles souterrains relatives à des normes de courant de charge et de tension en vigueur.

Quant aux considérations éco énergétiques dans l'industrie des mines et des, le schéma principal d'alimentation des entreprises, dépend non seulement de la tension et du courant de charge, mais aussi, dépend de la catégorie des consommateurs, de la configuration des entreprises et de la vitesse d'avancement des travaux miniers dont la forme peut être : maillée, radiale ou arborescente. Cependant, on a avantage à relier les réseaux d'alimentation des entreprises par des lignes d'interconnexion et ceci pour trois raisons :

- 1) Stabilité ;
- 2) Continuité de service ;
- 3) Economie

La motivation de la recherche appliquée à l'économie d'énergie électrique au stade d'élaboration du projet est d'optimiser les paramètres électriques et technologiques suivants :

- Choix de la tension d'alimentation ;
- Choix de l'emplacement des sous station de distribution ;
- Choix de la section économique ;
- Choix des transformateurs éco énergétiques ;
- Choix des moteurs éco énergétiques ;
- Choix de la répartition des charges ;
- Choix de la tarification d'énergie ;
- Choix des moyens de compensation des pertes actives et réactives ;

- Choix de la protection des installations et des personnes ;

- La plupart des problèmes cités portent un caractère d'optimisation, dont la solution la plus efficace peut être trouver en vertu de l'analyse d'un ensemble des variantes équivalentes¹.

II-1- POSSIBILITES DE REDUIRE LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE DES ENTREPRISES EN PHASE D'EXPLOITATION :

Dans la plupart des installations industrielles, quatre types de possibilités s'offrent pour réduire les coûts d'électricité :

1. réduire la demande de pointe, c.-à-d. la puissance maximale requise;
2. consommer l'énergie au moment où les coûts sont moins élevés.
- 3..améliorer le facteur de puissance;
4. réduire la consommation d'énergie totale (mesurée en kWh)².

III- ETUDE DES METHODES DE CALCUL DU BILAN ELECTRIQUE DES ENTREPRISES :

III-1- FORMULES ET GRANDEURS ELECTRIQUES :

Afin de dimensionner un installation, il est primordial de faire son inventaire des puissances électriques. L'inventaire des puissances réellement consommée par chaque récepteur permet d'établir³ :

- La puissance d'utilisation qui détermine le contrat de fourniture en énergie ;
- Le dimensionnement du transformateur MT / BT, si existant (en prenant en compte les extensions de charges prévisionnelles ;
- Les niveaux de charge pour chaque tableau de distribution.

C'est ce qu'on appelle, faire un bilan de puissance.

Pour dresser un bilan de puissance, il faut au préalable connaître/calculer les grandeurs suivantes pour chaque récepteur, et étage de l'installation :

Tension, nommé « U » en V (monophasé, triphasé ou en continu) ;

¹KARA MOHAMMED DOCTORAT D'ETAT OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS LES ELEMENTS DU SYSTEME D'ALIMENTATION (CONDITION DE LA CIMENTERIE DE AIN--TOUTA) Décembre 2007 université d'annaba-

² - même référence.

³- dimensionnement d'une installation électrique, ABDERAHMAN ALOUI,LP MEEDD,2019-2020.

Chapitre II : La Consommation De L'énergie Electrique Dans L'industrie Minière

Puissance active, nommé « P » en W ou kW ;

Puissance réactive, nommé « Q » en Var ou Kvar ;

Puissance apparente, nommé « S » en Va ou Kva ;

Courant en A, nommé « I » en A ;

Facteur de puissance « phi ».

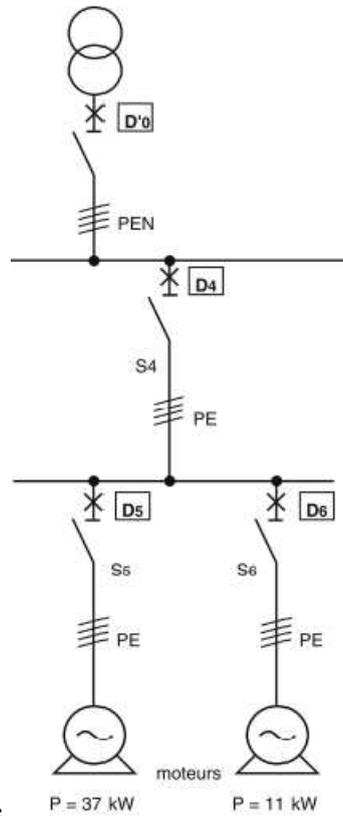


FIG 04 schéma de puissance

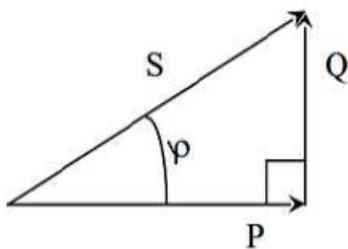
☛ **Puissance active:** $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ (φ = déphasage entre U et I), P en Watts (W), $\cos \varphi$ = facteur de puissance

☛ **Puissance réactive:** $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ (φ = déphasage entre U et I), Q en VAR (volt-ampère réactif)

☛ **Puissance apparente:** $S = U \cdot I$ S en VA (voltampères)

☛ **Valeur efficace:** $U = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}}$ U_{\max} (ou $U_{\text{crête}}$) divisé par racine de 2

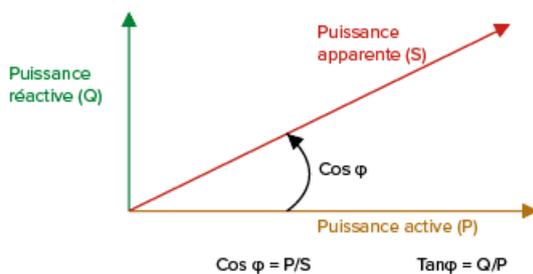
☛ **Relation entre les puissances:**



On en déduit: (Pythagore)

$$S^2 = P^2 + Q^2 \text{ ou } S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

- **Puissance active** $P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$ (φ = déphasage entre U et I)
 W (watts) V (volts) A (Ampère)
- **Puissance réactive** $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \sin \varphi$ (φ = déphasage entre U et I)
 VAR (volt-ampère réactif) V (volts) A (Ampère)
- **Puissance apparente** $S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I$ S en VA (voltampères)



Pour rappel, le théorème de Boucherot permet d'effectuer le bilan des puissances :

Théorème de Boucherot :

➤ Pour une installation comportant plusieurs récepteurs groupés en dérivation :

→ les puissances actives s'ajoutent arithmétiquement :

$$P = P1 + P2 + P3 + \dots$$

→ les puissances réactives s'ajoutent algébriquement :

$$Q = Q1 \pm Q2 \pm Q3 \pm \dots$$

→ les puissances apparentes ne s'ajoutent pas algébriquement mais vectoriellement :

$$\vec{S} = \vec{S1} + \vec{S2} + \dots$$

III-1-1- PUISSANCE INSTALLEE « PN » (KW) :

La puissance installée « Pn » est la puissance nominale, souvent marquée sur la plupart des fiches techniques des appareils. Exemple : plaque signalétique d'un moteur. La formule correspond à celle vue précédemment, en fonction du type de réseau (monophasé ou triphasé)¹.

Attention, la puissance nominale n'est pas toujours la puissance réellement consommée par le récepteur. Par exemple, pour le cas d'un moteur électrique, la puissance nominale correspond à la puissance de sortie sur son arbre, donc mécanique. La puissance d'entrée consommée est évidemment plus importante, du fait de son rendement (pertes). Cette puissance se nomme la puissance « absorbée ».

III-1-2- PUISSANCE ABSORBEE « PA » (KW OU KVA) :

La puissance absorbée « Pa » par une charge est obtenue à partir de sa puissance installée « Pn » et de l'application des coefficients suivants (exemples : moteurs, éclairages à ballast) :

η = rendement unitaire = kW sortie/kWentrée

$\cos \varphi$ = facteur de puissance = kW entrée/kVA entrée

La puissance apparente absorbée de la charge est $P_a = P_n / (\eta \times \cos \varphi)$

¹- électrotechnique Théodor Wildi avec la collaboration de Gilbert Sybille(ingénieur, institut de recherche d'hydro-Québec) 3eme édition,p :44-48.

III-1-3- PUISSANCE D'UTILISATION PU (KW OU KVA) :

Les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni à pleine charge : des facteurs de simultanéité (k_s) et d'utilisation (k_u) permettent de calculer la puissance d'utilisation.

Ainsi, la puissance d'utilisation « P_u » est obtenue à partir de la puissance absorbée « P_a » et pondérée avec les coefficients d'utilisation « K_u » et de simultanéité « K_s »,

à savoir :

Pour les circuits terminaux (unitaire), la formule est

$$P_u : P_a \times K_u$$

Pour les circuits principaux (regroupement au niveau d'un tableau/coffret), la formule est

$$P_u : P_a \times K_u \times k_s$$

Cette puissance d'utilisation sert à dimensionner l'installation pour la dimensionner la source d'alimentation (exemple : transformateur)¹.

Exemple :

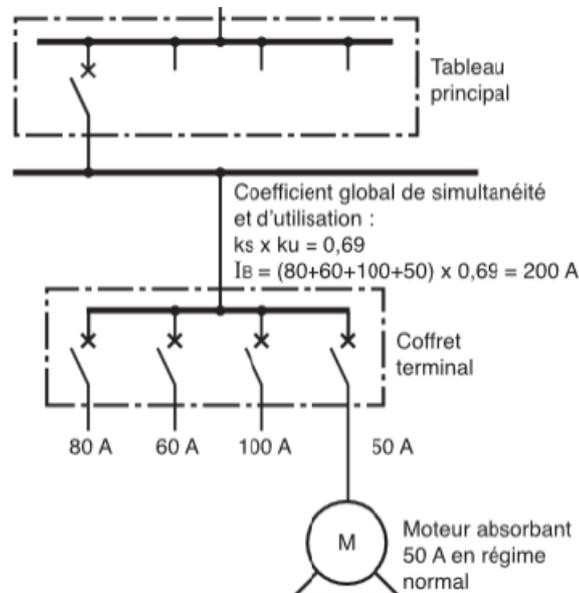


FIG 05 source d'alimentation

¹- dimensionnement d'une installation électrique, ABDERAHMAN ALOUI, LP MEEDD, 2019-2020.

III-1-4- COEFFICIENTS « Ku, Ks ET Ke » :

Afin de concevoir une installation, il est nécessaire d'estimer le plus justement possible la puissance d'utilisation que devra fournir le distributeur d'énergie.

Baser le calcul de la puissance d'utilisation simplement sur la somme arithmétique des puissances de tous les récepteurs installés « Pn » existants conduirait à des résultats économiquement extraordinairement surévalués et serait en terme d'ingénierie d'une mauvaise pratique.

Pour ce faire, l'utilisation des coefficients « Ku et Ks » est nécessaire pour estimer la puissance d'utilisation « Pu ».

Ces coefficients permettent de pondérer la puissance maximale réellement absorbée pour chaque récepteur.

En effet, les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni à pleine charge : des facteurs de simultanéité « ks » et d'utilisation « ku » permettent de calculer la puissance d'utilisation.

Il est également utilisé le coefficient « Ke », permettant d'anticiper des évolutions de l'installation, ce qui permet d'avoir les marges nécessaires en puissance.

Les valeurs prises pour ces coefficients sont souvent basées sur l'expérience et sur des enregistrements réalisés sur des installations existantes. Elles sont détaillées aux travers des diapositives suivantes.

Ainsi, cela permet de fournir une valeur globale pour la puissance d'utilisation de l'installation.

La puissance est souvent donnée en Puissance apparente « S » en KVA.

a- COEFFICIENT « Ku » :

Le régime de fonctionnement normal d'un récepteur peut être tel que sa puissance utilisée soit inférieure à sa puissance nominale installée, d'où la notion de facteur d'utilisation.

Le facteur d'utilisation s'applique individuellement à chaque récepteur.

Ceci se vérifie pour des équipements comportant des moteurs susceptibles de fonctionner en dessous de leur pleine charge.

Dans une installation industrielle, ce facteur peut être estimé en moyenne à 0,75 pour les moteurs.

Pour l'éclairage et le chauffage, il sera toujours égal à 1. Pour les prises de courant, tout dépend de leur destination.

Dans une installation industrielle, le facteur peut varier entre 0,3 et 0,9. Ce facteur peut être estimé en moyenne à 0,75 pour les moteurs.

En appliquant le coefficient « K_u » (Puissance absorbée x K_u), la nomination de cette nouvelle puissance se nomme « la puissance d'utilisation - P_u (kVA) ».

Il est utilisé pour déterminer le courant circulant dans les circuits amont et dimensionner la source.

Par contre, il n'est pas pris en compte dans le choix de la protection contre les surintensités du circuit et les caractéristiques de la canalisation¹.

b- COEFFICIENT « K_s » :

Par expérience, on sait que dans la pratique, toutes les charges d'une installation donnée ne fonctionnent jamais simultanément. Il y a toujours un certain degré de diversité dont on tient compte par l'utilisation d'un Facteur « k_s ».

Conformément à cette définition, la valeur est toujours ≤ 1 et peut être exprimée en pourcentage.

Le facteur k_s est appliqué à chaque groupe de charges (par exemple, alimenté à partir d'un tableau de distribution ou de sous-distribution)².

c- COEFFICIENT « K_e » :

Permet de prendre en compte les évolutions prévisibles de l'installation.

La valeur du facteur « K_e » doit être estimée suivant les conditions prévisibles d'évolution de l'installation.

¹- dimensionnement d'une installation électrique, ABDERAHMAN ALOUI, LP MEEDD, 2019-2020.

² - même référence.

Chapitre II : La Consommation De L'énergie Electrique Dans L'industrie Minière

Il est au moins égal à 1 et, pour les installations industrielles, une valeur d'au moins 1,2 est recommandée.

Ordre de grandeur des coefficients k_u , k_s et k_e

Ces valeurs sont issues de quelques normes en vigueur, elles sont données à titre indicatif¹:

Facteurs d'utilisation		Facteurs de simultanéité				Facteur d'extension
Guide pratique UTE C 15-105		Norme NFC 63-410		Norme NFC 14-100/1		
Utilisations	k_u (1)	Nombre de circuits	k_s (2)	Nombre de circuits	k_s	k_e 1,1 à 1,3 (5)
Force Motrice	0,75 à 1	2 et 3	0,9	$4 \leq$	1	
Eclairage	1	4 et 5	0,8	5 à 9	0,75	
Chauffage	1	6 à 9	0,7	10 à 14	0,56	
PC	0,1 à 0,2 (3)	> 10	0,6	15 à 19	0,48	
Ventilation	1			20 à 24	0,43	
Climatisation	1			25 à 29	0,40	
Froid	1			30 à 34	0,38	
Ascenseurs et Monte charges (4)	Moteur le + puissant	1		35 à 39	0,37	
	Moteur suivant	0,75		40 à 49	0,36	
	Autres moteurs	0,6		> 50	0,34	

- (1) L'application de ce coefficient nécessite la connaissance parfaite du fonctionnement du ou des récepteurs.
- (2) Ce facteur peut-être différent, il peut être imposé par le maître d'ouvrage.
- (3) Dans les installations industrielles, ce facteur peut être plus élevé.
- (4) Ce coefficient peut être plus élevé. En l'absence de tout autre renseignement, les valeurs ci-dessus peuvent être retenues.

Tableau 04 : Ordre de grandeur des coefficients k_u , k_s et k_e

¹ - même référence.

III-2- BESOIN EN ENERGIE :

III-2-1- BILAN DE PUISSANCE :

Choix de la puissance nominale du transformateur :

A partir du courant d'emploi total $I_{total(A)}$ (déterminé précédemment) on calcul la puissance d'utilisation $\ll P_n \gg$ ou $\ll S_n \gg$ en KVA que la source (transformateur) devra fournir.

On précis :

$S_{(KVA)} = U_{(KV)} \times I_{total(A)} \times \sqrt{3} \times K_e$	Avec	$S_{(KVA)}$: puissance apparente en KVA
		$I_{total(A)}$: courant d'emploi total en A
		$U_{(KV)}$: tension nominale entre phases du transformateur
		K_e : coefficient d'extension

Sauf exception le coefficient $K_e=1.2$ est compris entre 1.1 et 1.3 qui permet de tenir compte d'une croissance normale des besoins en energie (extensin possible). En toute rigueur coefficient d'extension devrait être pris en considération à chaque stade de la distribution, il peut être plus élevé.

On choisit la puissance nominale normalisée (P_n ou S_n en KVA) du transformateur.

IV- CHOIX DES PROTECTIONS ET CALIBRES :

IV-1- METHODOLOGIE :

La méthodologie est formalisé comme suit :

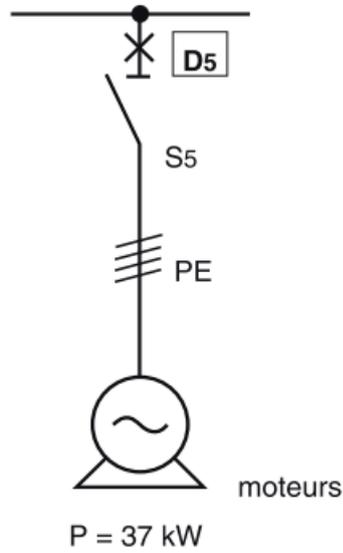
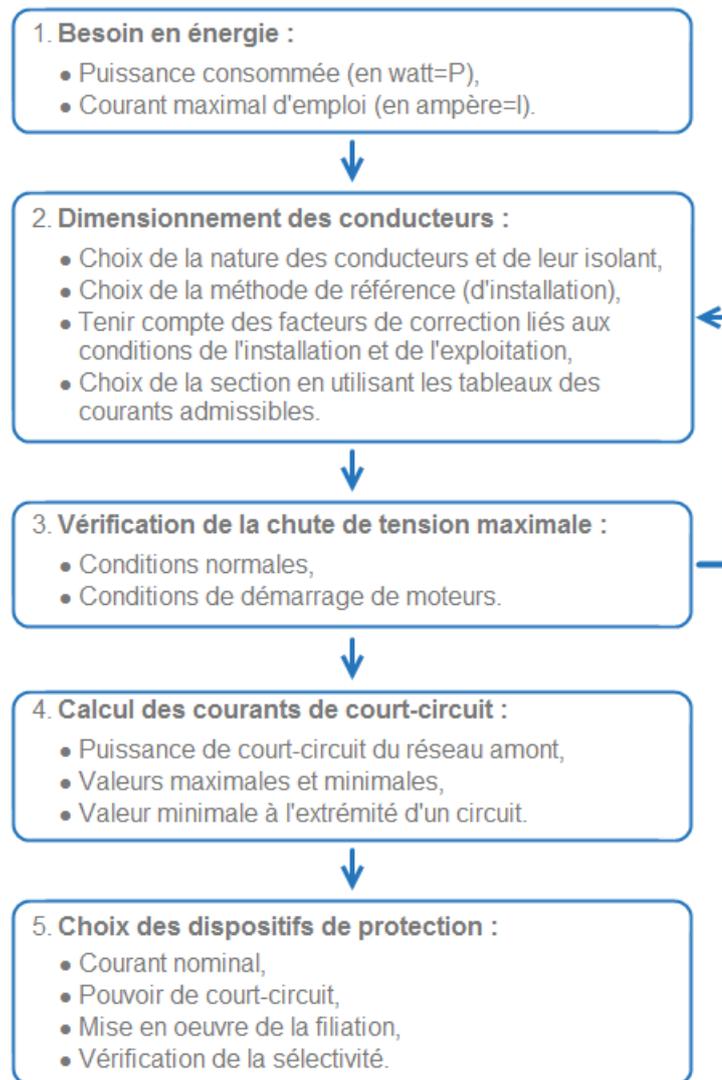


FIG 06 méthodologie



IV-1-1- COURANTS ADMISSIBLES ET CHOIX DES DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LES SURCHARGES :

A partir des formules de courant « I_b » vu précédemment, à savoir :

Pour les terminaux, il faut calculer « I_b » à partir de la puissance absorbée « P_a » sans tenir compte des coefficients (K_u , k_s et k_e) ;

Pour les regroupement de circuit (armoriers, coffrets), il faut calculer « I_b » à partir de la puissance utilisée « P_u » qui tient compte des coefficients « K_u , k_s et éventuellement « k_e ».

Les dispositifs de protection (disjoncteur ou fusible) doivent être dimensionner pour interrompre tout courant de surcharge dans les canalisations (conducteurs ou jeux de barre) avant qu'il ne puisse provoquer un échauffement nuisible¹.

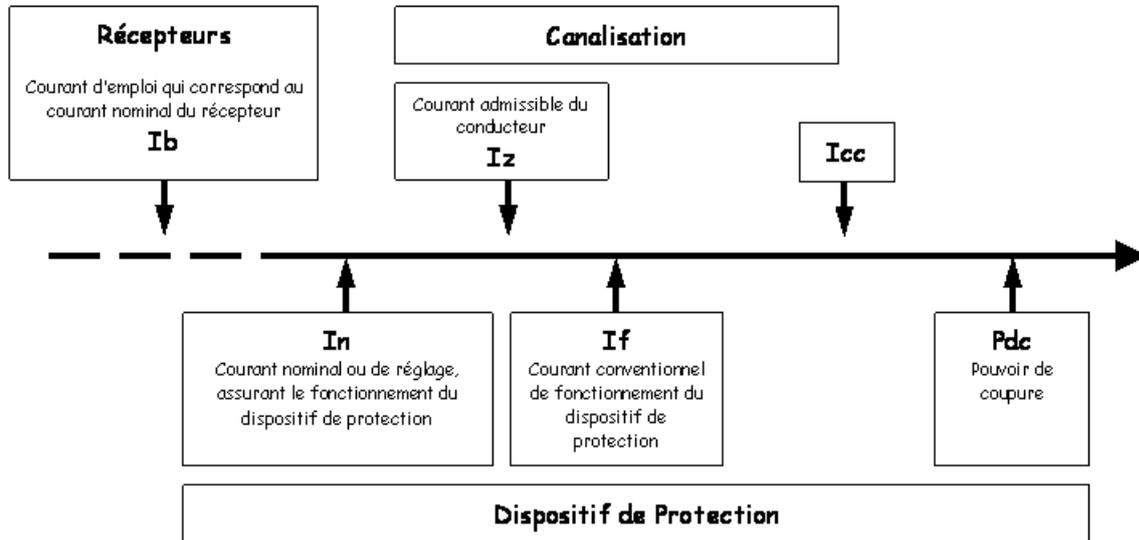


FIG 07 diagramme de protection

IV-1-2- COURANT ADMISSIBLE « I_z » :

C'est le courant maximal que la canalisation peut véhiculer en permanence sans préjudice pour sa durée de vie. Ce courant dépend, pour une section donnée, de plusieurs paramètres :

Constitution du câble ou de la canalisation, à savoir :

âme en cuivre nommé « Cu » ou Aluminium nommé « Al » ;

isolation PVC ou PR ;

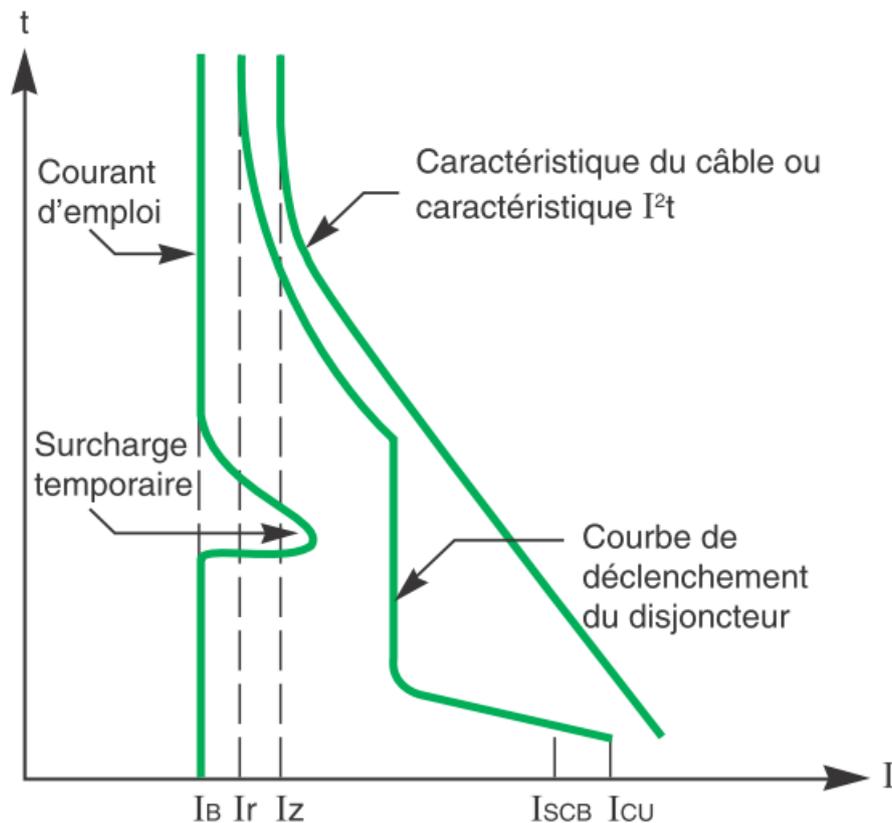
nombre de conducteurs actifs.

Température ambiante ;

Mode de pose ;

Influence des circuits voisins (effet de proximité et groupement)

¹- - dimensionnement d'une installation électrique, ABDERAHMAN ALOUI, LP MEEDD, 2019-2020.



- I_{CC} : courant de court-circuit triphasé
- I_{CU} ou I_{CN} : pouvoir de coupure assigné du disjoncteur
- I_r (ou I_{rth})⁽¹⁾ : courant de réglage de la protection thermique ou Long retard du disjoncteur.

FIG 08 courant admissible

IV-1-3- SURINTENSITE « ITH ET ICC » :

Il y a une surintensité chaque fois que le courant traversant un circuit est supérieur à son courant d'emploi « I_b ».

Ce courant doit être coupé dans un temps dépendant de son intensité, pour la protection des biens (canalisations ou d'un récepteur) et des Personnes.

On distingue 2 types de surintensités :

Les surcharges « I_{th} » : Ce sont les surintensités se produisant dans un circuit électriquement sain, par exemple à cause de la mise en fonctionnement simultanée de charges même durant de faible durée : démarrage de plusieurs moteurs, etc. Les valeurs sont souvent peu supérieur au courant maximal consommé.

Courants assignés I_n et valeurs de $k_3 I_n$ des coupe-circuit à fusible gG (en ampères)

I_n	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
$k_3 I_n$	13,1	17,6	22	27,5	35,2	44	55	69,3	88	110	137,5

I_n	160	200	250	315	400	500	630	800	1 000	1 250
$k_3 I_n$	176	220	275	346,5	440	550	693	880	1 100	1 375

Courants assignés des disjoncteurs domestiques (en ampères)

I_n	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
-------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----

Une tolérance de 5 % est admise sur les valeurs de courants admissibles lors du choix de la section des conducteurs. Ainsi par exemple, si pour un courant d'emploi I_B de 100 A, le résultat des calculs donne une section de 26,7 mm², la section de 25 mm² est acceptable puisqu'elle admet un courant admissible de 96 A (colonne 2 du tableau BD), l'écart de courant admissible étant inférieur à 5 %.

Le nombre de conducteurs à considérer dans un circuit est celui des conducteurs effectivement parcourus par le courant.

En fonction des récepteurs, l'installation peut être pourvu du conducteur de neutre. Ce conducteur actif, au même titre que les phases, participent au transport du courant et doit être dimensionner.

Le dimensionnement du conducteur neutre dans une installation, nommé « N » se fait en fonction des types de charges à alimenter. Pour simplifier, il y a 2 types de charges à considérer : « charges linéaires/équilibrées » et « charges non linéaires/équilibrées » :

Une charge linéaire/équilibrée, absorbe un courant n'ayant pas la même forme que la tension qui l'alimente. Ces courants se nomment « courant harmonique ». Si les charges sont linéaires, les courants constituent un système triphasé équilibré. La somme de courants de phase est donc nulle, ainsi que le courant neutre.

Les courants harmoniques sont générés par les charges non-linéaires, c'est-à-dire, absorbant un courant n'ayant pas la même forme que la tension qui les alimente. Les charges de ce type les plus courantes sont celles à base de circuits redresseurs, exemples : convertisseurs de fréquence ou variateur. Dans le cas de charges non linéaires, les courants de phases ne sont pas sinusoïdaux et contiennent donc des harmoniques, en particulier de rang multiple de 3 et multiple de 3. Ces courants s'additionnent

arithmétiquement dans le conducteur de neutre, alors que les composantes fondamentales et les harmoniques de rang non multiple de 3.

Il faut retenir que dans les installations où le neutre est distribué, les charges non-linéaires peuvent entraîner dans ce conducteur des surcharges importantes par la présence de l'harmonique de rang 3 et multiple de 3.

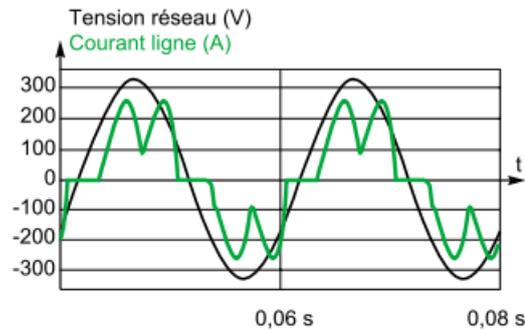


FIG 09 l'harmonique de rang 3

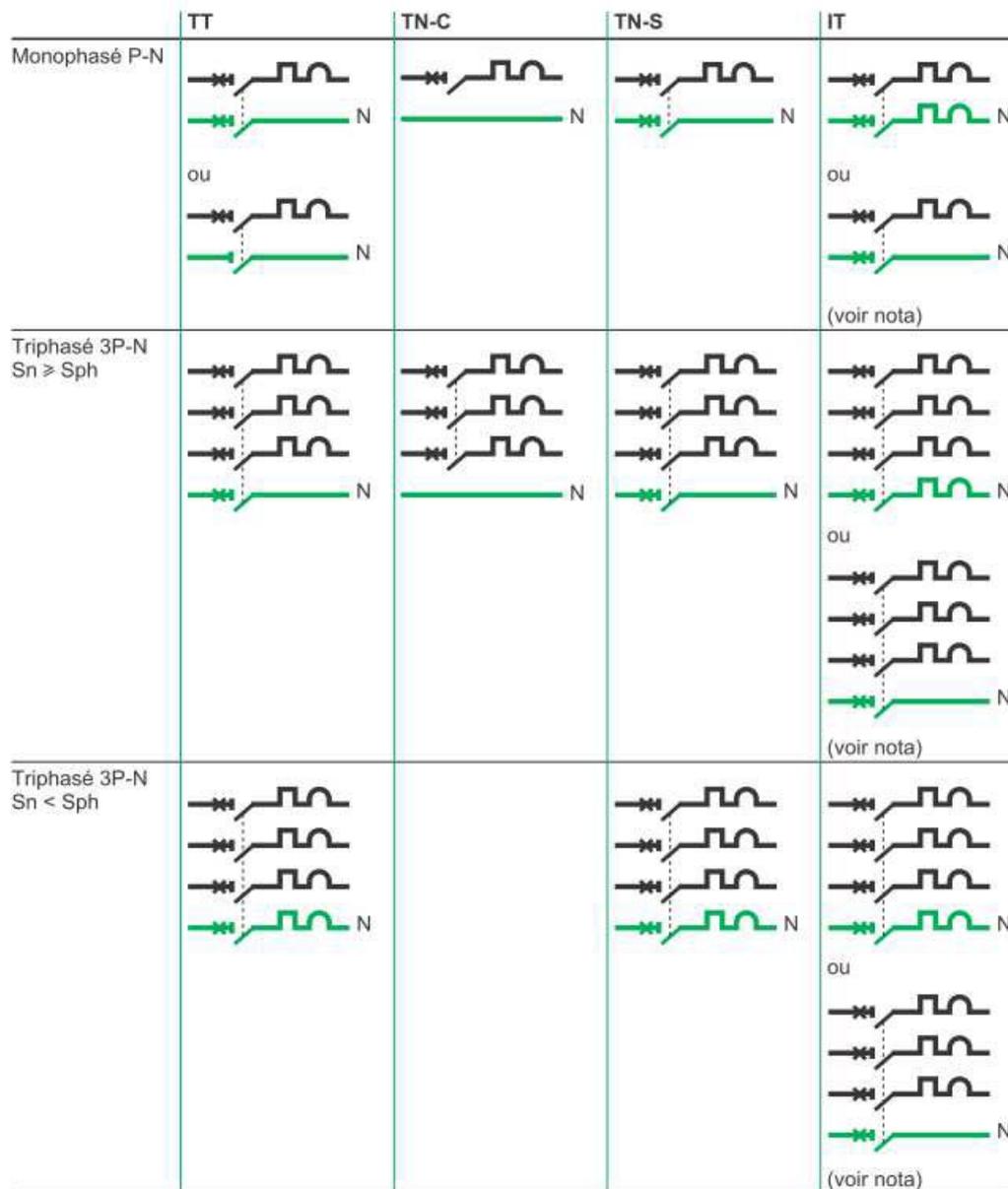
Tableau de synthèse

	$0 < TH \leq 15 \%$	$15 \% < TH \leq 33 \%$ ⁽¹⁾	$TH > 33 \%$ ⁽²⁾
Circuits monophasés	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}$	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}$	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}$
Circuits triphasés+neutre Câbles multipolaires $S_{\text{phase}} \leq 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ou $25 \text{ mm}^2 \text{ Alu}$	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}$	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}$ Facteur 0,84	$S_{\text{phase}} = S_{\text{neutre}}$ S_{neutre} déterminante $I_{\text{Bneutre}} = 1,45 \cdot I_{\text{Bphase}}$ Facteur 0,84
Circuits triphasés+neutre Câbles multipolaires $S_{\text{phase}} > 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ou $25 \text{ mm}^2 \text{ Alu}$	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}/2$ admis Neutre protégé	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}$ Facteur 0,84	$S_{\text{phase}} = S_{\text{neutre}}$ S_{neutre} déterminante $I_{\text{Bneutre}} = 1,45 \cdot I_{\text{Bphase}}$ Facteur 0,84
Circuits triphasés+neutre Câbles unipolaires $S_{\text{phase}} > 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$ ou $25 \text{ mm}^2 \text{ Alu}$	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}/2$ admis Neutre protégé	$S_{\text{neutre}} = S_{\text{phase}}$ Facteur 0,84	$S_{\text{neutre}} > S_{\text{phase}}$ $I_{\text{Bneutre}} = 1,45 \cdot I_{\text{Bphase}}$ Facteur 0,84
(1) circuits d'éclairage alimentant des lampes à décharge dont les tubes fluorescents dans des bureaux, ateliers, grandes surfaces, etc.			
(2) circuits dédiés à la bureautique, l'informatique, appareils électroniques dans des immeubles de bureaux, centres de calcul, banques, salles de marché, magasins spécialisés, etc.			

Dans le cas de circuits triphasés avec neutre et lorsque le taux d'harmoniques en courant de rang 3 et multiple de 3 n'est défini ni par l'utilisateur ni par l'application, il est recommandé que le concepteur applique au moins les règles suivantes :

- prévoir une section du conducteur neutre égale à celle de la phase (facteur 0,84) ;
- protéger le conducteur neutre contre les surintensités ;
- ne pas utiliser de conducteur PEN.

Tableau 06 : tableau de synthèse



Nota :

La détection de surintensité dans le neutre est nécessaire, sauf :

- si le conducteur neutre est protégé contre les courts-circuits par un dispositif placé en amont,
- ou si le circuit est protégé par un DDR dont le seuil de déclenchement est inférieur ou égal à 0,15 fois le courant admissible dans le conducteur neutre.

le conducteur de protection, nommé « PE » assure les liaisons équipotentiels (interconnexion) entre toutes les masses des équipements d'une installation pour réaliser un réseau équipotentiel de protection. Les conducteurs PE assurent l'écoulement des courants de défaut à la terre dus à une rupture d'isolement entre une partie sous tension et une masse.

Les conducteurs PE sont raccordés à la borne principale de terre de l'installation. La borne principale de terre est raccordée à la prise de terre au moyen du conducteur de terre¹.

Les conducteurs PE doivent être :

repérés par la double coloration vert-et-jaune lorsqu'ils sont isolés, protégés contre les risques mécaniques et chimiques.

Par ailleurs, en schémas IT et TN, il est fortement recommandé de faire cheminer le conducteur de protection dans les mêmes canalisations que les conducteurs actifs du circuit correspondant. Cette disposition garantit une valeur minimale de la réactance de la boucle de défaut à la terre. Il faut noter que cette disposition est naturellement réalisée dans le cas d'une distribution par canalisations électriques préfabriquées.

Les sections minimales pour la protection « PE » est décrit au travers du tableau ci-dessous :

$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_{pe} = S_{pn}$
$S = 25 \text{ ou } 35 \text{ mm}^2$	$S_{pe} = 16 \text{ mm}^2$
$S > 35 \text{ MM}^2$	$S_{pe} = \frac{S_{ph}}{2}$



FIG 10 câble de terre

¹- https://bibop.ocg.msf.org/docs/48/L048ENEM08E-P_InstallEquipElectr_MSFCICR.pdf

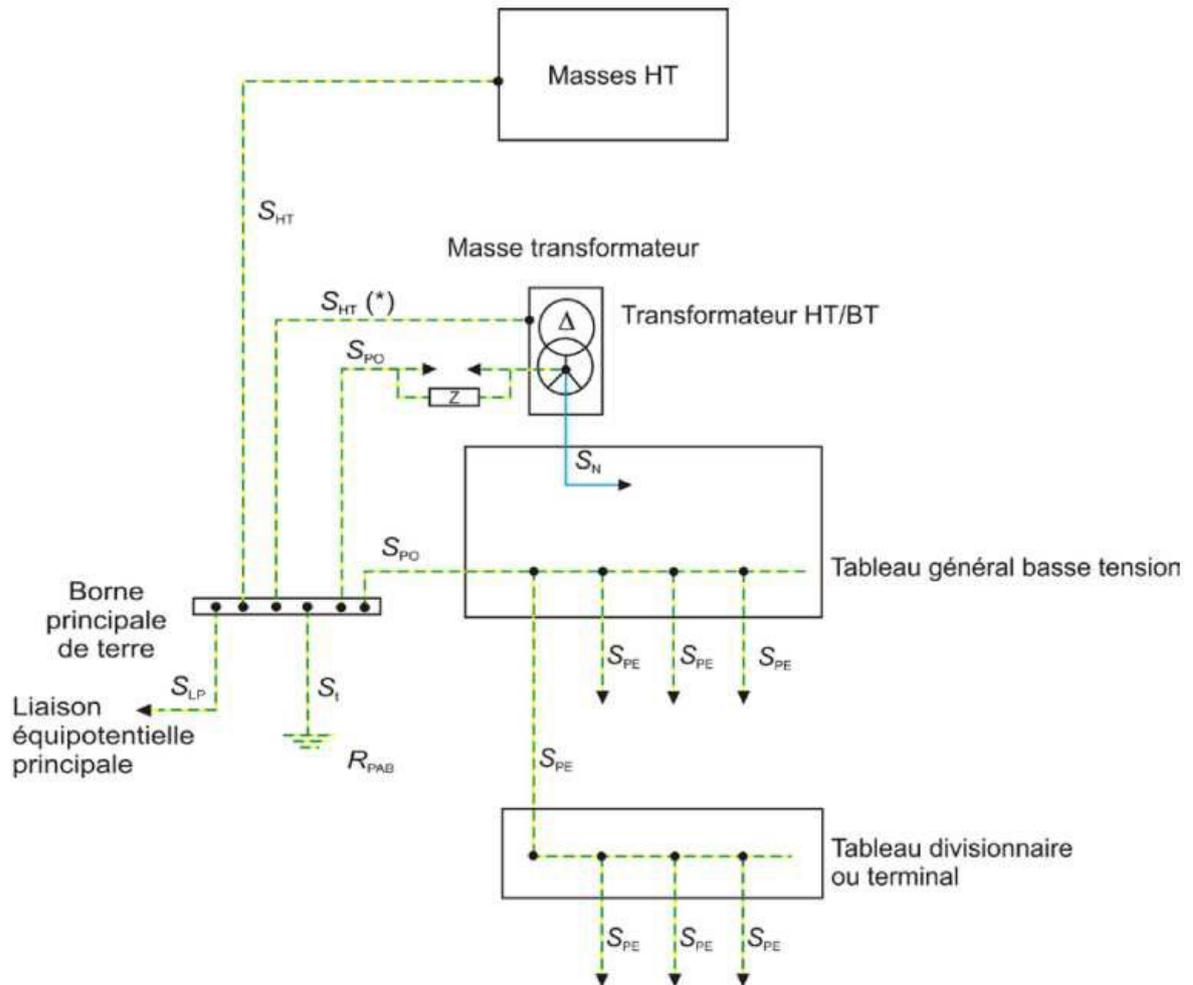
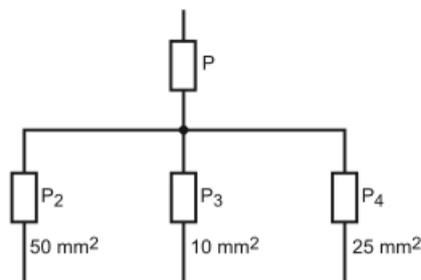


FIG 11: exemple de mise à la terre

Un appareil de protection doit être installé à l'origine de chaque dérivation avec diminution de l'intensité admissible (changement de section, des conditions de pose, d'environnement).



IV-2- DIMENSIONNEMENT DES CONDUCTEURS :

Après une analyse des besoins en puissance de l'installation au travers d'un bilan de puissance, une étude des canalisations de chacun des circuits et de sa protection électrique est à entreprendre.

Une canalisation est caractérisé par l'ensemble de trois éléments qui sont :

- Des conducteurs qui véhiculent le courant, qui sont de type :
 - mono conducteurs appelés couramment « fils », exemple dans le cas d'un circuit triphasé sans neutre (3P) :
 - multiconducteur appelés couramment « câbles », exemple d'un câble triphasé +neutre+PE (3P+N+PE) :
- Des conduits, pour supporter, maintenir et assurer une protection mécanique.

Exemples : gaines fourreaux : et chemin de câble

- Des modes de fixation ou de pose qui prennent en compte le montage de la canalisation. Exemples : enterré, au sol ou dans l'eau¹.

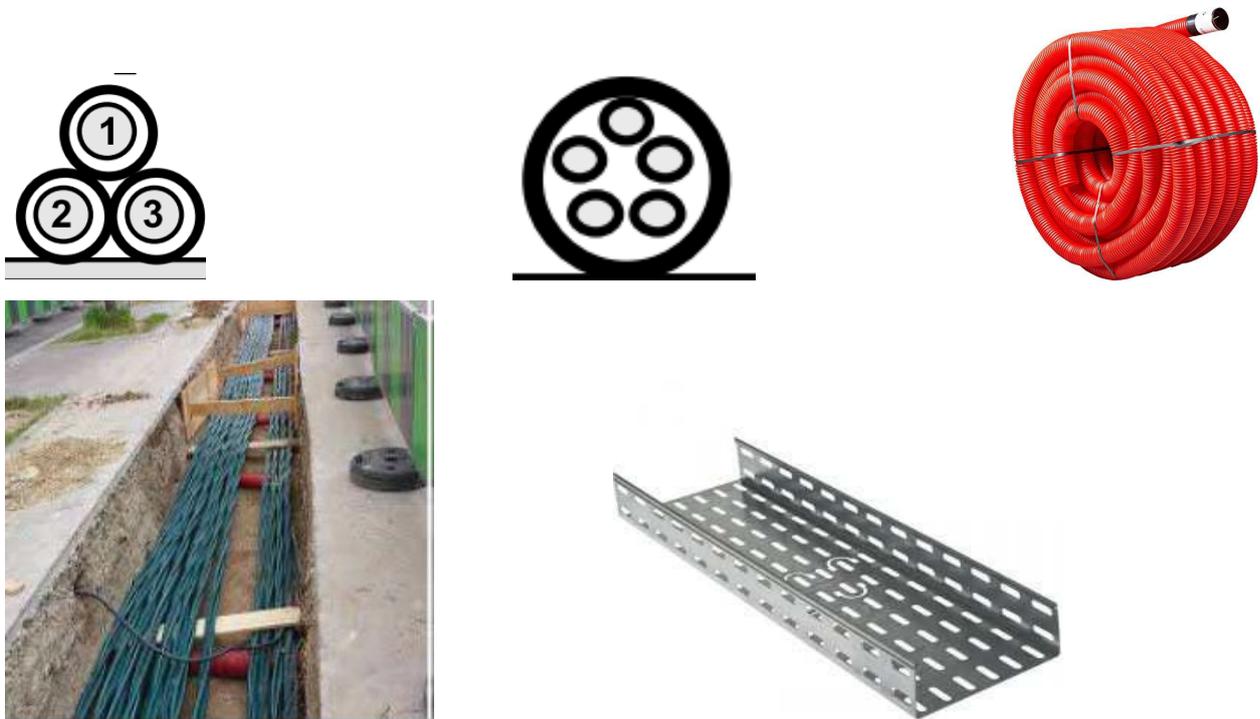


FIG 12 : Exemples de canalisation : enterré, au sol ou dans l'eau

¹- dimensionnement d'une installation électrique, ABDERAHMAN ALOUI, LP EEMMD ? 2019-2020.

On distingue donc deux cas :

Les canalisations non enterrées ;

Les canalisations enterrées.

Les tableaux qui suivent dans cette section permettent de déterminer la section des conducteurs de phase d'un circuit pour véhiculer l'intensité souhaitée. Pour obtenir la section des conducteurs il faut :

Déterminer une méthode de référence désignée par une lettre de sélection qui prend en compte, le type de circuit (monophasé, triphasé) et le mode de pose.

Déterminer le coefficient K du circuit considéré qui résume les influences ci-dessous :

Le mode de pose ;

Le groupement des circuits ;

La température ambiante.

Application des facteurs de correction pour groupement de câbles ou de circuits

Les indications du tableau BG1 s'appliquent à la pose en une seule couche disposée dans un plan horizontal ou vertical. En cas de pose en vrac en plusieurs couches, il faut multiplier les facteurs de réduction du tableau BG1 par les facteurs de réduction du tableau BG2 pour pose en plusieurs couches :

- ainsi, pour 18 câbles le facteur de réduction est égal à (réf.4) :

en deux couches $0,72 \times 0,80 = 0,576$

ou

en trois couches $0,73 \times 0,73 = 0,533$

Le nombre de câbles auquel se réfère le tableau BG1 doit s'entendre de la manière suivante lorsque les circuits comportent un seul conducteur par phase :

- lorsqu'il s'agit de câbles multiconducteurs, il s'agit effectivement du nombre de câbles,
- lorsqu'il s'agit de câbles monoconducteurs, il s'agit en fait du nombre de groupements de câbles, chaque groupement constituant un circuit.

! Il n'y a pas lieu de tenir compte des circuits dont le courant d'emploi n'est pas supérieur à :

- 30 % du courant admissible pour les méthodes de référence B et D,
- 70 % du courant admissible pour les méthodes de référence C, E et F dans les conditions de pose rencontrées.

Câbles en parallèle (NF C 15-100, 523.6)

La détermination des courants admissibles dans plusieurs câbles en parallèle s'effectue de la manière suivante :

soit

I_B le courant d'emploi total de la canalisation,

n le nombre de câbles en parallèle,

f_2 le facteur de correction du tableau BG1 correspondant au nombre n .

f_s le facteur de symétrie (voir B.5.2). Ce facteur de réduction est à inclure dans le facteur f_3 .

Le courant admissible I_z dans chaque câble en parallèle, indiqué dans le tableau BD, est tel que :

$$I_z \geq \frac{I_B}{n \cdot f_2 \cdot f_s}$$

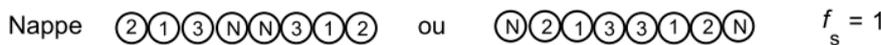
Lorsque plusieurs conducteurs sont reliés en parallèle sur la même phase ou la même polarité, des mesures doivent être prises pour assurer que le courant se répartisse également entre eux.

D'une manière générale, il est recommandé de mettre en œuvre le moins possible de câbles en parallèle. **Dans tous les cas, leur nombre ne doit pas dépasser quatre.** Au-delà, il y a lieu de préférer la mise en œuvre de canalisations préfabriquées. En effet, la mise en parallèle de nombreux câbles entraîne une mauvaise répartition du courant pouvant conduire à des échauffements anormaux.

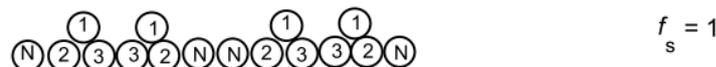
Un facteur supplémentaire dit de symétrie f_s , applicable aux courants admissibles, est introduit pour cette mise en œuvre.

Les dispositions symétriques recommandées sont les suivantes :

a) deux câbles par phase avec ou sans câble de neutre



b) 4 câbles par phase et câble de neutre



Dans tous les cas, les câbles doivent être de même nature, de même section, de longueur sensiblement égale et ne doivent comporter aucune dérivation sur leur parcours.

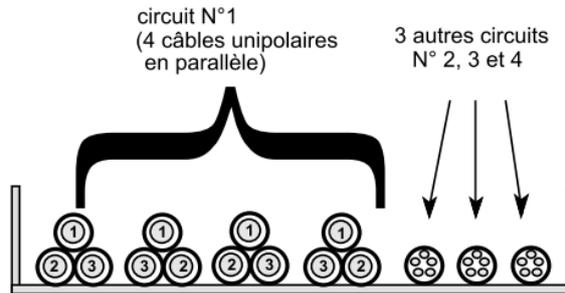
Le non respect des conditions de symétrie indiquées ci-dessus dans les cas de 2 et 4 câbles par phase ou l'utilisation de 3 câbles par phase impose l'utilisation d'un coefficient f_s égal à 0,8.

Dans le cas de câbles multipolaires, leur mise en parallèle implique un facteur de symétrie $f_s = 0,8$, quel que soit le nombre de câbles en parallèle.

Cas des câbles unipolaires en parallèle dans des groupements de circuits

Lorsque dans un groupement de circuits, l'un d'entre eux comporte n câbles unipolaires en parallèle, le nombre de circuits à prendre en compte dans le tableau BG1 est égal au nombre n de câbles unipolaires en parallèle auquel on ajoute le nombre de circuits jointifs restant.

EXEMPLE



Le nombre total de circuits est égal à :
 4 (nombre de câbles unipolaires en parallèle) + 3 (nombre de circuits restant) = 7

Courants admissibles dans les câbles souples

Les valeurs de courants admissibles indiquées dans le tableau BD sont applicables aux câbles souples dans la mesure où il s'agit de câbles utilisés dans les installations fixes.

IV-2-1- VERIFICATION DES LONGUEURS MAXIMALES EN SCHEMA DE LIAISON A LA TERRE IT ET TN :

Toutefois Id diminue lorsque la longueur de ligne installée en aval du disjoncteur augmente (si L augmente, R augmente d'où limitation du courant de défaut) il faut donc vérifier les vérifications des conditions de déclenchement.

Si la longueur de ligne installée en aval du disjoncteur est trop importante on peut :

- Choisir un disjoncteur à magnétique bas (mais attention le même disjoncteur sert à la protection des personnes et des installations).
- Augmenter la section des câbles (tous les câbles ou seulement le PEN).
- Utiliser un dispositif différentiel.
- Réaliser une liaison équipotentielle supplémentaire entre les masses simultanément accessibles afin d'abaisser la tension de contact.

Le conducteur de protection doit être à proximité immédiate des conducteurs actifs du circuit (dans le cas contraire, la vérification ne peut se faire que par des mesures effectuées une fois l'installation terminée).

		Lmax
TN		$\frac{0,8 U_0 S_{ph}}{\rho (1+m) I_a}$
TT		pas de contrainte
IT	1er défaut	
	Défaut double avec neutre distribué	$\frac{1}{2} \frac{0,8 U_0 S_{ph}}{\rho (1+m) I_a}$
	Défaut double avec neutre non distribué	$\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{0,8 U_0 S_{ph}}{\rho (1+m) I_a}$

Tableau 07 : liaison a la terre it et tn

IV-3- PRINCIPAUX INDICES DE LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE :

Parmi les principaux indices énergétiques, qui caractérisent le réseau électrique on distingue :

- Facteur de puissance ;
- Dépenses spécifiques d'énergie électrique;
- Degré d'approvisionnement en énergie du travail ;
- Minimum des dépenses réduites des installations
- Maximisation du rendement des installations électriques et de production ;

Facteur de puissance moyen comme indice principal de consommation à partir de l'énergie consommée active et réactive d'un maillon ou d'une entreprise, nous pouvons déterminer le facteur de puissance, qui caractérise la proportion de la puissance transformée en énergie utile par rapport à la puissance totale transmise. Le but est de supprimer l'énergie réactive qui est facturée, si elle dépasse 50 % de l'énergie active absorbée, pendant les heures de pointe, pleines et de nuit, pendant une période déterminée : par exemple un mois. En utilisant la relation suivante¹ :

$$\cos \varphi = \frac{W_a}{\sqrt{W_a^2 + V_r^2}} = \frac{W_a}{\sqrt{1 + \left[\frac{V_r}{W_a}\right]^2}},$$

Où :

w_a : Energie électrique active consommée pendant une période déterminée,
KWh/mois

v_r : Energie électrique réactive consommée pendant une période déterminée,
KVAh/mois

¹- KARA MOHAMMED DOCTORAT D'ETAT OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS LES ELEMENTS DU SYSTEME D'ALIMENTATION (CONDITION DE LA CIMENTERIE DE AIN--TOUTA) Décembre 2007 université d'annaba.

En général, les distributeurs d'énergie électrique pénalisent financièrement les consommateurs dont la valeur de $tg\varphi$ est élevée. Par exemple, en Algérie : les clients payent l'énergie réactive au-delà de 50 % de l'énergie active consommée selon la relation suivante :

$$Dr = g(V_r - 0.5W_a), DA$$

Où :

g : Le prix unitaire de l'énergie réactive DA/KVAr

C'est la raison pour laquelle nous avons recours à la compensation d'énergie réactive qui nous permet de réduire la prime fixe en diminuant la puissance apparente souscrite. Ainsi, la compensation de la puissance réactive nous permet de faire des économies sur la facture d'énergie ;

De plus, elle nous permet de réduire les pertes joules et les chutes de tension dans les conducteurs et les transformateurs.

- La chute de tension dans un câble ou un transformateur triphasé s'exprime de la façon suivante :

$$\Delta V = \sqrt{3}I(R\cos\varphi + X\sin\varphi), V$$

- Les pertes joules dans les câbles sont exprimées par l'expression suivante :

$$\Delta P_c = R \left[\frac{P}{U\cos\varphi} \right]^2, W$$

Où:

R : Résistance du conducteur, Ω ;

X : Réactance du conducteur, Ω

P : Puissance active transmise, W ;

U : Tension appliquée, V

I : Le courant traversant le conducteur, A

$\cos \varphi$: Facteur de puissance moyen calculé en fonction de l'énergie active et réactive consommée

- Les pertes joules dans les transformateurs sont exprimées par l'expression suivant ¹:

$$\Delta P_w = P_{cc} \left[\frac{P}{S_N \cos \varphi} \right]^2, \text{ W}$$

Où :

P_{cc} : Pertes de court circuit, W ;

S_N : Puissance nominale du transformateur, VA

IV-3-1-CHOIX DES TRANSFORMATEURS :

Les transformateurs sont des biens d'investissement d'une durée de vie de plusieurs dizaines d'années. C'est pourquoi il faut, avant de passer commande, et en comparant, porter son attention non seulement sur le prix d'achat mais également sur les coûts d'entretien prévisibles et ceux découlant des pertes à vide (noyau de fer) et des pertes en charge (bobinages)².

¹- KARA MOHAMMED DOCTORAT D'ETAT OPTIMISATION DE LA CONSOMMATION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE DANS LES ELEMENTS DU SYSTEME D'ALIMENTATION (CONDITION DE LA CIMENTERIE DE AIN--TOUTA) Décembre 2007 université d'annaba.

²- même référence.

CONCLUSION

Les transformateurs à haute efficacité fonctionnent grâce à une technologie éprouvée et fiable. En choisissant les matériaux adéquats, des dimensions et une conception appropriées, Il est possible de réduire considérablement les pertes d'un transformateur. Ainsi, les transformateurs industriels offrent un grand potentiel d'économies de coûts et d'énergie.

En fait, en achetant un transformateur, il faut non seulement prendre en compte le prix d'achat, mais aussi le coût global de cycle de vie. Ce coût comprend à la fois les pertes à vide et les pertes en charge. Sur le plan économique, le transformateur ayant le plus faible coût global représente la meilleure option. Dans la plupart des cas, il s'agit d'un modèle à haute efficacité. Il est ensuite essentiel de procéder à une étude du réseau afin de déterminer les niveaux d'harmoniques du réseau relié au transformateur, étant donné que ces harmoniques peuvent avoir de graves répercussions à la fois sur la durée de vie et sur les pertes du transformateur.

Les recommandations suivantes permettent d'éviter de façon simple les pertes importantes inutiles :

En achetant un transformateur à haut rendement énergétique en plus du modèle classique.

Mettre en place la politique visant à n'acquérir que des transformateurs avec une réduction des pertes de 20% pour les types refroidis à l'air. Une telle politique permettra de réduire de façon significative le coût global de cycle de vie de l'ensemble des transformateurs de l'entreprise.

Si des transformateurs de 40 ans ou plus sont encore utilisés, il est sage, sur le plan économique, de les remplacer par de nouveaux transformateurs à haute efficacité, même s'ils n'ont pas atteint la fin de leur durée de vie. En effet, ces plus vieux transformateurs subissent de telles pertes qu'il est justifié de les remplacer immédiatement.

Pour résumer, les transformateurs à haute efficacité peuvent représenter un important avantage pour les sociétés industrielles, ainsi que pour l'ensemble de l'économie et pour l'environnement.

Chapitre03

CHAPITRE03 : PARTIE PRATIQUE

INTRODUCTION

Le but de ce chapitre est de donner un aperçu sur les besoin en énergie électrique (calcul et dimensionnement) dans la carrière des agrégats de EURL carrière BENBELLAT AHMED situé à theniet el charchar wilaya de batna, et cela par la constatation des équipements électrique et les extensions des installations électriques afin de calculer la puissance électrique optimale et faire le bon choix du transformateur.

Historique

L'Entreprise Prive des Granulats EURL BEN BELLAT AHMED issue d'une partie de la privatisation de la SNMC (Société Nationale des Matériaux de Construction) a été créée par décret N° 86.270 du 04 novembre 1986, avec effet à partir du 1er Janvier 1987.L'Entreprise des Granulats est passée à l'autonomie et est devenue une société privée Elle est dotée d'un capital social de trois cents million de dinars, l'entreprise a pour mission de production et de vente des agrégats.

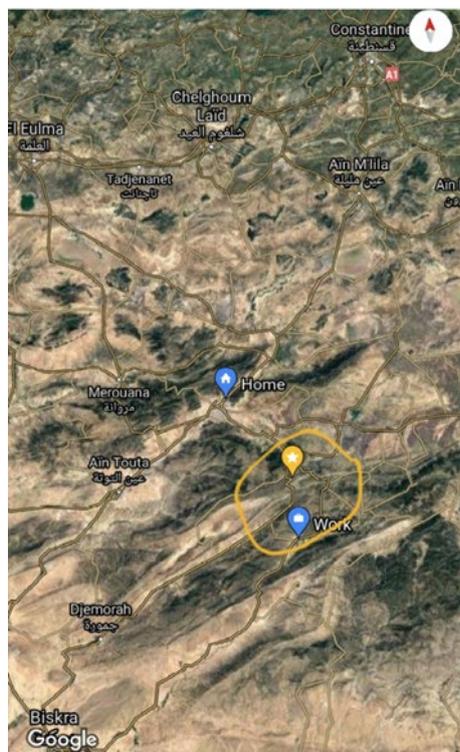


Figure 13 :vue par satellite

Situation géographique et topographie du gisement

La zone d'étude relevée de la Wilaya de BATNA qui se situe dans la partie est de l'Algérie. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Constantine et Setif, à l'Est par la wilaya de Khenchela, au Sud par celle de Biskra et à l'Ouest par celle de M'sila. La carrière benbellat ahmed se trouve à environ 30 Km au Nord-Est de la commune de arris et à 15 km au sud-est de Si Tazoult.

De point de vue administratif le gisement est rattaché à la wilaya de Batna, daïra d'arris commune de theniet el charchar.

La carrière de BenBellat est illustrée dans la figure suivante :



Figure 14 : situation géographique du gisement

Le gisement est situé dans la partie centrale du massif Ichemmoul. Il représente une élévation ovale qui domine avec 1550m de la côte absolue le paysage environnant, en s'étendant dans la direction Nord-Ouest.

Les versants Sud-Ouest et Nord-Est ont des pentes abruptes couvertes de broussailles et d'arbres isolés.

Le versant Sud descend en pente douce jusqu'à la vallée d'Oued taga. Sa superficie est occupée par des plantations pignons de pin, des potagers et des pâturages. Vers le Nord-Ouest il est uni par un petit col à une autre élévation culminant à 520 m (Theniet Echarchar) où se trouve notre gisement à étudier.

PROBLEMATIQUE :

Dans la carrière étudiée, le mode de fonctionnement des deux concasseurs est adopté en alternance, ce qui influe sur la quantité de production, ce qui la rend limitée, et sur le relèvement du plafond de production.

Après notre étude, nous avons conclu que les deux stations doivent fonctionner simultanément, Pour que cela arrive La puissance électrique totale des deux stations doit être calculée ensemble, Il s'agit de choisir le transformateur électrique approprié ce qui nécessite d'effectuer plusieurs calculs comme suit.

Calcul du bilan électrique de l'entreprise

Dans une entreprise, l'installation électrique permet de satisfaire les besoins en électricité de chacune des pièces le composant et de tous les appareils électriques. Le calcul du bilan de puissance d'une installation électrique est une démarche essentielle pour connaître.

Afin de dimensionner une installation, il est primordial de faire son inventaire des puissances électriques. L'inventaire des puissances réellement consommée par chaque récepteur permet d'établir :

- La puissance d'utilisation qui détermine le contrat de fourniture en énergie ;
- Le dimensionnement du transformateur MT / BT, si existant (en prenant en compte les extensions de charges prévisionnelles ;

- Les niveaux de charge pour chaque tableau de distribution.

C'est ce qu'on appelle, faire un bilan de puissance.

Pour dresser un bilan de puissance, il faut au préalable connaître/calculer les grandeurs suivantes pour chaque récepteur, et étage de l'installation :

Tension, nommé « U » en V (monophasé, triphasé ou en continu) ;

Puissance active, nommé « P » en W ou kW ;

Puissance réactive, nommé « Q » en Var ou Kvar ;

Puissance apparente, nommé « S » en Va ou Kva ;

Courant en A, nommé « I » en A ;

Facteur de puissance « phi ».

Bilan de puissance

Les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni à pleine charge : des facteurs de simultanéité (k_s) et d'utilisation (k_u) permettent de calculer la puissance d'utilisation (kVA). La puissance d'utilisation sert à dimensionner l'installation pour la souscription du contrat de fourniture d'énergie électrique.

De fait les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni à pleine charge : des facteurs de simultanéité (k_s) et d'utilisation (k_u) permettant de pondérer la puissance apparente maximale réellement absorbée par chaque récepteur et groupes de récepteurs.

La puissance d'utilisation P_u ou S_n (kVA) est la somme arithmétique de ces puissances apparentes pondérées.

La puissance d'utilisation P_u ou S_n est la donnée significative pour la souscription d'un contrat de fourniture en énergie électrique à partir d'un réseau public BT ou MT (et dans ce cas, pour dimensionner le transformateur MT/BT).

Sachant qu'il existe déjà un transformateur de 630 KVA sur site.

I- Pour la station N°01 :

Dans cette station ils existent 21 moteurs électriques et 42 récepteurs pour éclairage.

On calcul la puissance absorbée sachant que :

$$P_a = P_u / (\eta \times \cos\phi) \text{ (KVA)}$$

Alors :

Moteur	Puissance Pu (kw)	Rendement η	Cosp	Pa (KVA)
DMK03	250	0.85	0.9	326.80
PDK02	200	0.85	0.9	261.44
PA	9.9	0.85	0.9	13.00
PA	9.9	0.85	0.9	13.00
P10	15	0.85	0.9	19.60
P13	5.5	0.85	0.9	7.20
P13	5.5	0.85	0.9	7.20
P11	15	0.85	0.9	19.60
P12	30	0.85	0.9	39.20
P13	5.5	0.85	0.9	7.20
P13	5.5	0.85	0.9	7.20
P13	5.5	0.85	0.9	7.20
P3	11	0.85	0.9	14.38
P4	22	0.85	0.9	28.76
P5	18.5	0.85	0.9	24.18
P6	5.5	0.85	0.9	7.20
P8	22	0.85	0.9	28.76
P9	22	0.85	0.9	28.76
PDK	3	0.85	0.9	3.92
PDK	3	0.85	0.9	3.92
P1B	9.8	0.85	0.9	12.80

II- Pour la station N°02 :

Dans cette station on a : 16 moteurs électriques et 22 récepteurs pour éclairage.

On calcul la puissance absorbée sachant que :

$$P_a = P_u / (\eta \times \cos\phi) \text{ (KVA)}$$

Alors :

Moteur	Puissance Pu (kw)	Rendement η	Cos ϕ	Pa (KVA)
M1	18.5	0.85	0.9	24.18
M2	1.55	0.85	0.9	2.03
M3	9	0.85	0.9	11.80
M4	9	0.85	0.9	11.80
M5	1.55	0.85	0.9	2.03
M6	1.55	0.85	0.9	2.03
M7	5.5	0.85	0.9	7.19
M8	11	0.85	0.9	14.38
M9	7.5	0.85	0.9	9.80
M10	7.5	0.85	0.9	9.80
M11	7.5	0.85	0.9	9.80
M12	3	0.85	0.9	3.92
M13	11	0.85	0.9	14.38
M14	132	0.85	0.9	172.55
M15	22	0.85	0.9	28.76
M16	132	0.85	0.9	172.55

Selon le guide pratique UTE C15-105 admet le coefficient d'utilisation K_u pour les moteurs

$$K_u = 0.75$$

Le coefficient d'extension $K_e = 1.2$

On admet le coefficient de simultanéité selon la norme NFC -14-100/1.

Alors :

Selon la formule :

$$P_u = P_a * K_u$$

On calcul la puissance d'utilisation P_u ou S en KVA

Chapitre 03 : Partie pratique

Utilisation		Puissance Absorbée (KVA)	Facteur d'utilisation maximum	Puissance D'utilisation max(KVA)	Facteur de simultanéité	Puissance D'utilisation	Facteur d'utilisation	Puissance D'utilisation	Facteur d'utilisation	Puissance D'utilisation KVA	
Station N°01	Moteurs	DMK03	326.80	0.8	261.44	0.75	689.70	Armoire De station N°01 0.9	624.51	Armoire Générale 0.8	499.60
		PDK02	261.44	0.8	209.15						
		(2)PA	13.00	0.8	20.80						
		(2)P10	19.60	0.8	31.40						
		(6)P13	7.20	0.8	34.56						
		P12	19.20	0.8	15.36						
		P3	14.38	0.8	11.50						
		(3)P4	28.76	0.8	69.00						
		P5	24.18	0.8	19.34						
		(2)PDK	3.92	0.8	6.28						
		P1B	12.80	0.8	10.24						
	Eclairage	42 FLUOS	0.10	1	4.20	1	4.20				

On admet le coefficient d'extension $K_e=1.2$ alors :

$$S=499.60*1.2=599.52 \text{ KVA}$$

Utilisation		Puissance Absorbée (KVA)	Facteur d'utilisation maximum	Puissance D'utilisation max(KVA)	Facteur de simultanéité	Puissance D'utilisation	Facteur d'utilisation	Puissance D'utilisation	Facteur d'utilisation	Puissance D'utilisation KVA
Station N°02	Moteurs	M1	24.18	0.8	19.34	0.75	300	225	0.8	180
		3M2	2.03	0.8	4.86					
		2M3	11.80	0.8	18.88					
		M7	7.19	0.8	5.75					
		2M8	14.38	0.8	23.00					
		3M9	9.80	0.8	23.52					
		M12	3.92	0.8	3.14					
		2M14	172.55	0.8	276.08					
		M15	28.76	0.8	23.00					
	Eclairage	22FLUOS	0.10	1	2.2	1	2.2			

On admet le coefficient d'extension $K_e=1.2$ alors :

$$S=180*1.2=216 \text{ KVA}$$

D'après l'étude que nous avons menée et après les calculs que nous avons effectués, sachant qu'il existe un transformateur électrique d'une puissance de 630KVA au niveau de la carrière à l'étude, ce dernier ne peut pas couvrir les besoins des deux stations ensemble, il doit donc être remplacé avec un transformateur d'une puissance de 1000KVA ou l'ajout d'un deuxième transformateur d'une puissance de 250KVA, afin d'éviter des coûts élevés et éviter les pertes Nous avons suggéré la deuxième solution, qui est d'ajouter un deuxième transformateur d'une puissance de 250KVA pour fonctionner la deuxième station.

Conclusion :

A travers l'étude de terrain que nous avons menée, et en comparaison avec des études menées dans plusieurs carrières publiques et privées, nous avons constaté que l'aspect lié à la consommation d'énergie électrique n'a pas été accordé une grande importance, ce qui augmente le coût du produit et affecte négativement l'aspect économique. Quant à la carrière dans laquelle nous avons mené notre étude de terrain, nous avons constaté qu'il n'y a aucune étude ou tentative d'amélioration et de rationalisation de la consommation d'énergie électrique, et nous avons essayé autant que possible de conseiller aux responsables de s'appuyer sur des données scientifiques et des études et les employer.

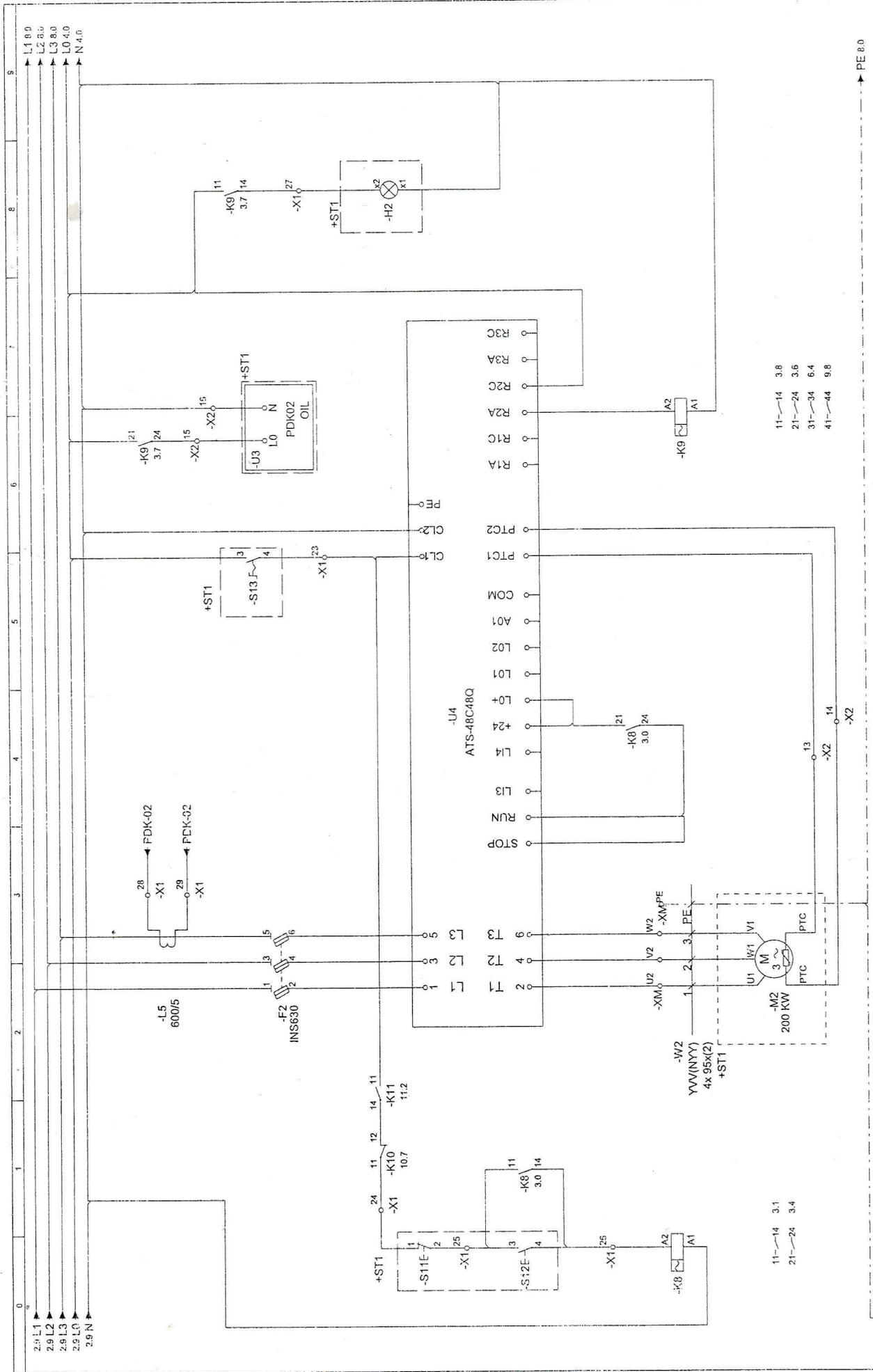
Cette étude nous a également permis d'expérimenter la réalité, de voir les conditions du terrain, de rechercher et de trouver des solutions à certains problèmes, ainsi que d'utiliser les informations dont nous disposons.

conclusion

Conclusion générale

Il est difficile de connaître tous les aspects de l'énergie électrique et comment contrôler sa consommation et sa conservation. Mais grâce à l'étude que nous avons menée et en comparaison avec les études précédentes, il a été constaté qu'il y a une très mauvaise utilisation et une grande perte d'énergie électrique dans les entreprises industriels et minières, et cela est dû notamment à la négligence de l'aspect scientifique et au manque d'adoption des méthodes modernes, ainsi qu'au fait de ne pas se concentrer sur la recherche et l'étude afin d'améliorer les performances, notamment dans l'aspect de la consommation d'énergie électrique, notamment dans le secteur privé institutions, comme c'est l'exemple dans le cas que nous avons étudié, nous conseillons donc à leurs responsables d'adopter des études scientifiques et des technologies modernes, notamment dans le domaine de l'énergie électrique, pour faire avancer l'industrie minière afin de poursuivre Et le développement et réaliser des profits et réduire les coûts.

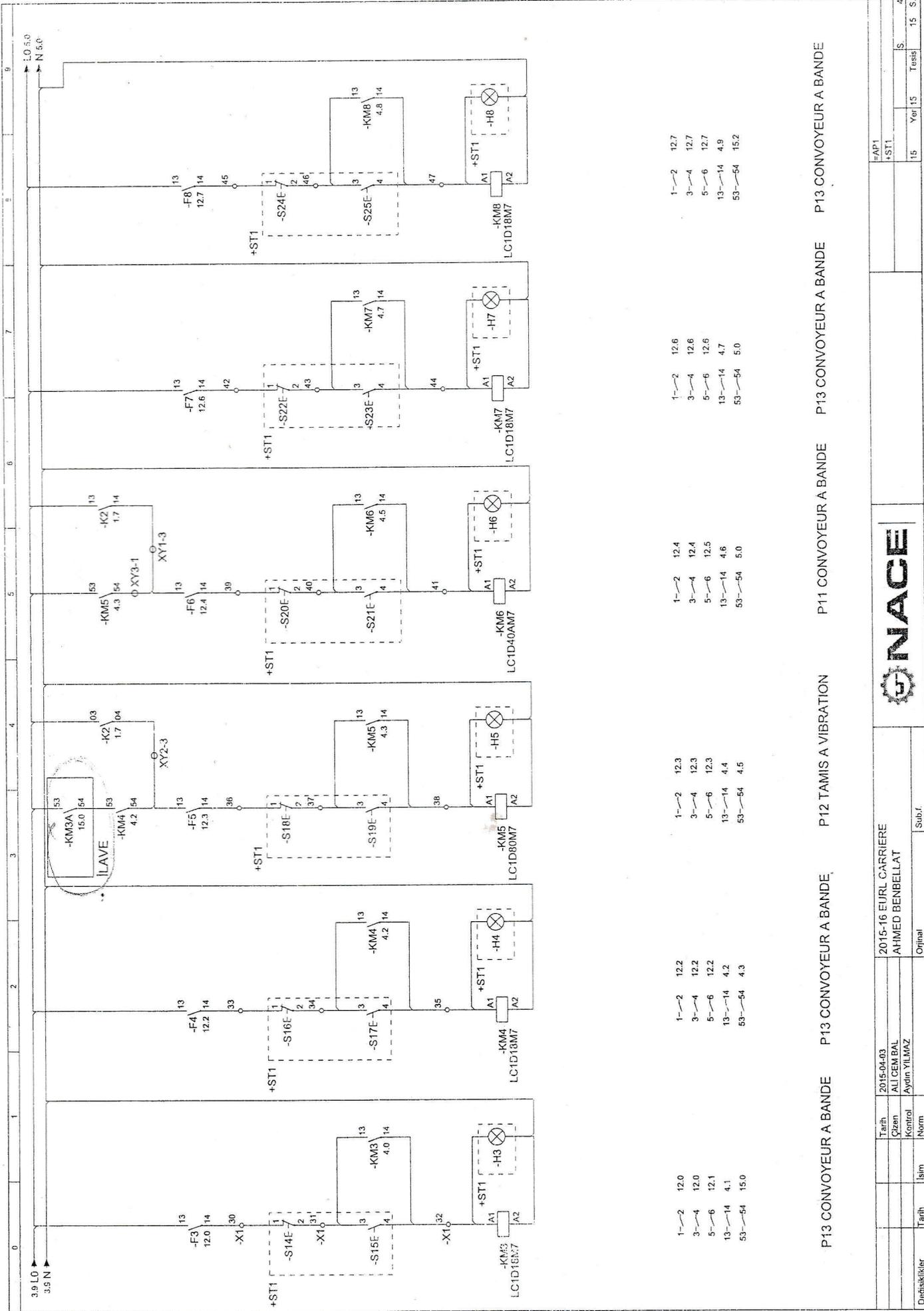
annexes



PDK-02 BROYER A PERCUSSION

Degisikiler	Tarih	2014.08.15	2015-16 EURL CARRIERE	FAP1	15	Yer	15	S.	15	S.
	Çizen	ALI CEM BAL	AHMED BENBELLAT							
	Kontrol	Aydin YILMAZ								
	Norm									
	İsim									
	Tarih									
	Sub.f.									

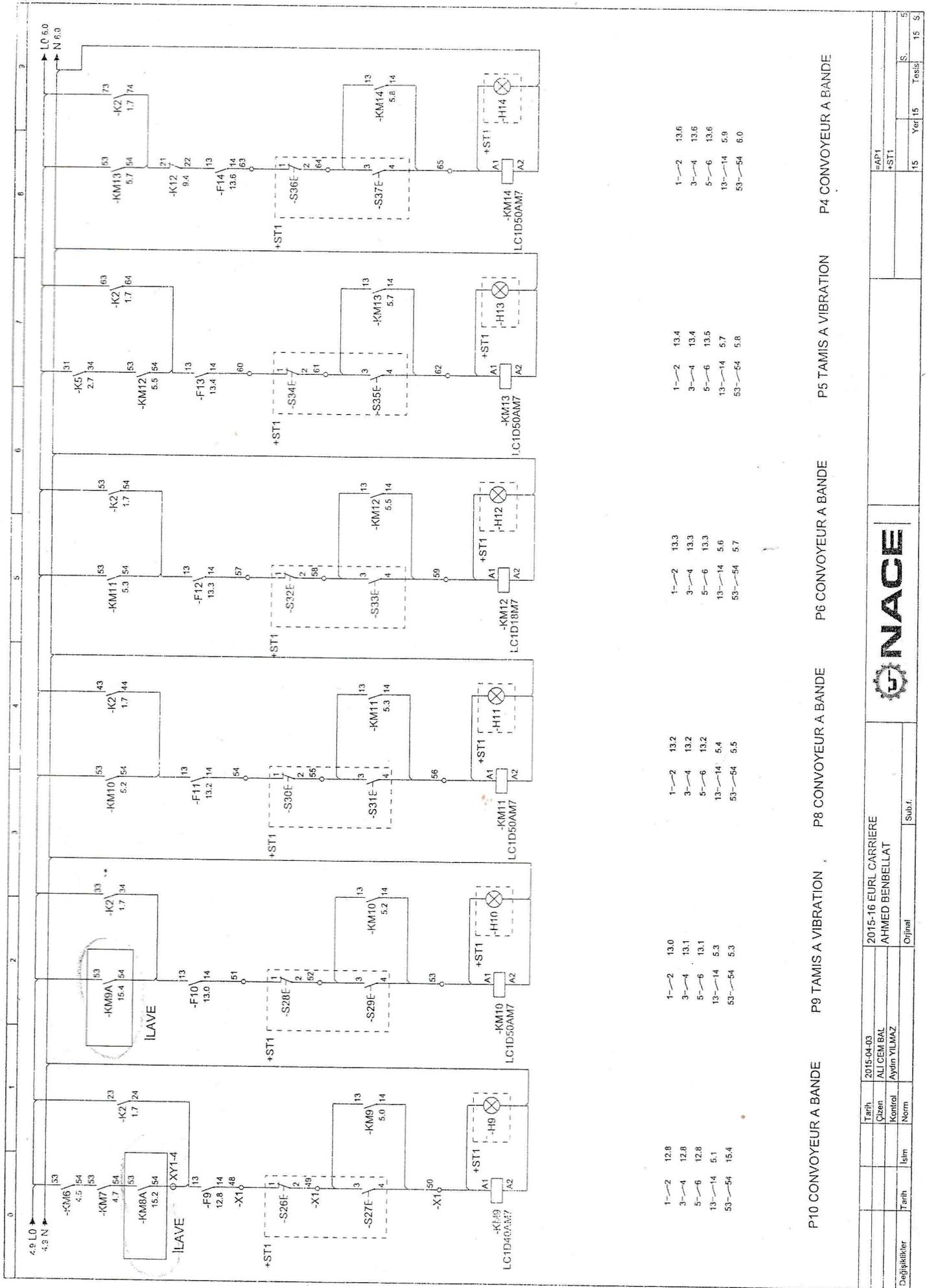




P13 CONVOYEUR A BANDE P13 CONVOYEUR A BANDE P12 TAMIS A VIBRATION P11 CONVOYEUR A BANDE P13 CONVOYEUR A BANDE



YAP1	15	Year 15	Tesis	15	S	4
+ST1						



1-2 12.8
3-4 12.8
5-6 12.8
13-14 5.1
53-54 15.4

1-2 13.0
3-4 13.1
5-6 13.1
13-14 5.3
53-54 5.3

1-2 13.2
3-4 13.2
5-6 13.2
13-14 5.4
53-54 5.5

1-2 13.3
3-4 13.3
5-6 13.3
13-14 5.6
53-54 5.7

1-2 13.4
3-4 13.4
5-6 13.5
13-14 5.7
53-54 5.8

1-2 13.6
3-4 13.6
5-6 13.6
13-14 5.9
53-54 6.0

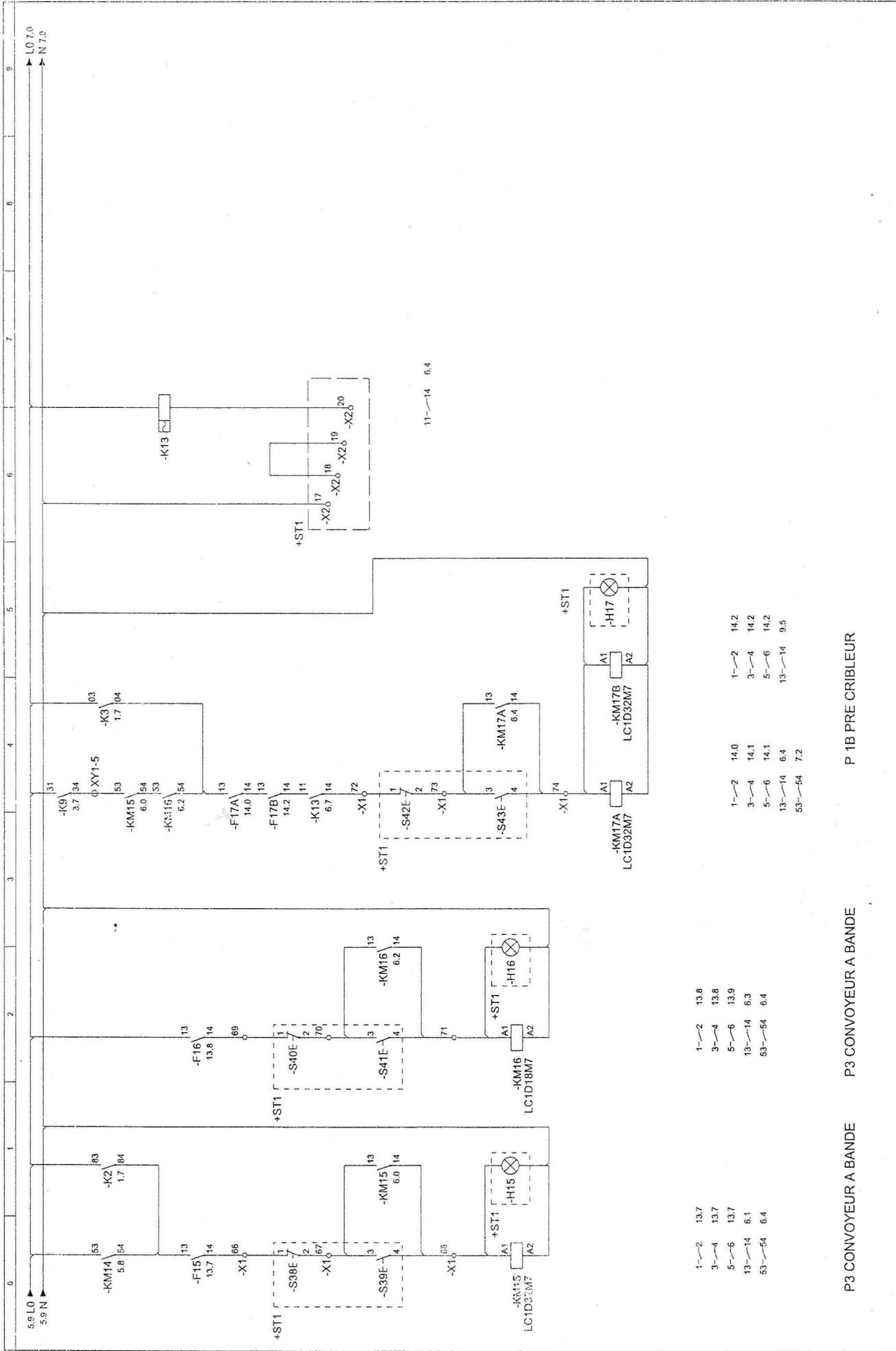
P10 CONVOYEUR A BANDE P9 TAMIS A VIBRATION P8 CONVOYEUR A BANDE P6 CONVOYEUR A BANDE P5 TAMIS A VIBRATION P4 CONVOYEUR A BANDE

Değişiklikler		Orijinal		Sub.f.	
Tarih	İsim	Tarih	İsim	Yer	S.
				15	5
				15	5



2015-04-03
2015-16 EURL CARRIERE
AHMED BENBELLAT

Tarih: 2015-04-03
Çizen: ALI CEM BAL
Kontrol: Aydın YILMAZ

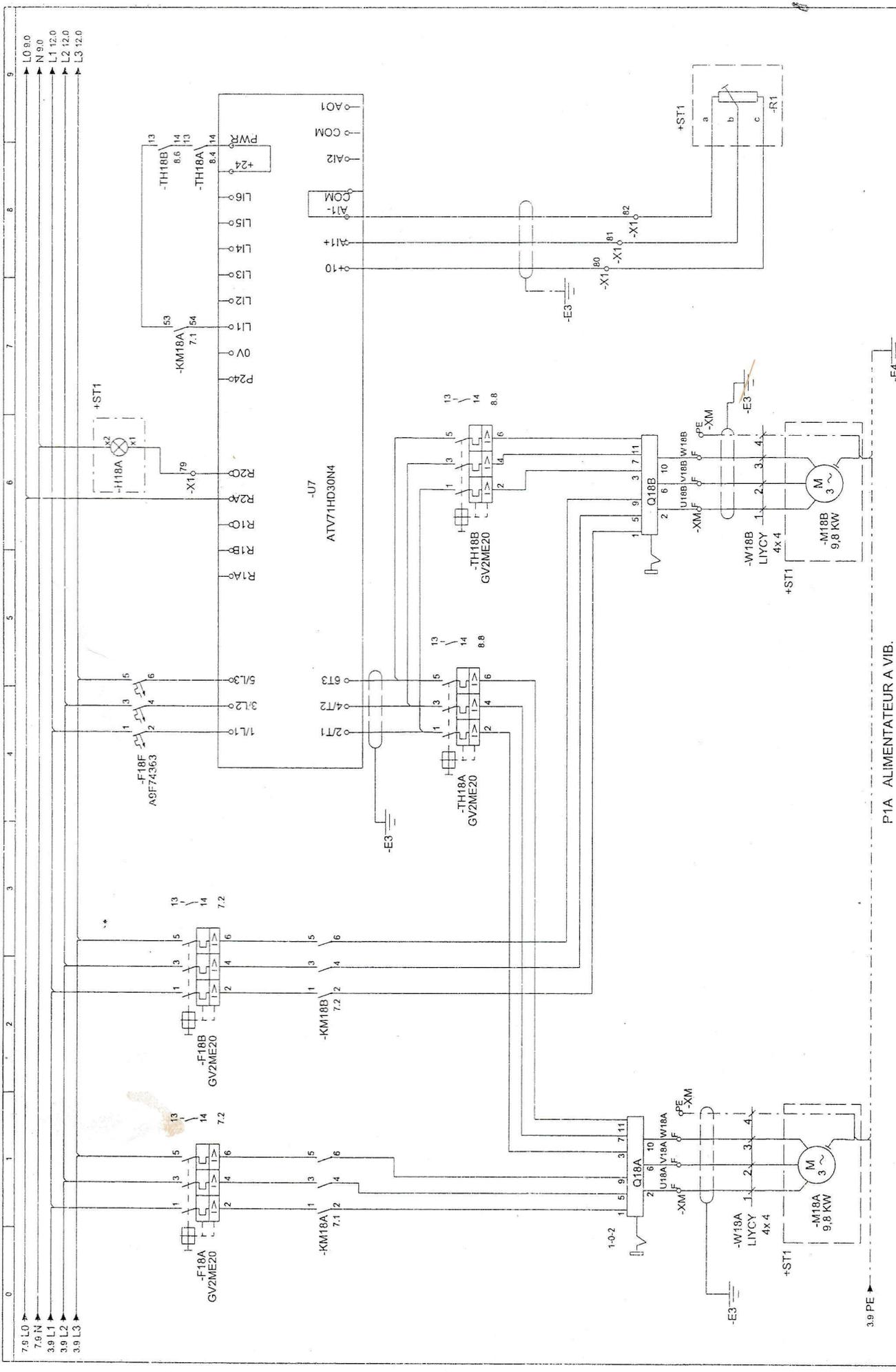


- 1-2 13.7
- 3-4 13.7
- 5-6 13.7
- 13-14 6.1
- 53-54 6.4
- 1-2 13.8
- 3-4 13.8
- 5-6 13.9
- 13-14 6.3
- 53-54 6.4
- 1-2 14.0
- 3-4 14.1
- 5-6 14.1
- 13-14 6.4
- 53-54 7.2
- 1-2 14.2
- 3-4 14.2
- 5-6 14.2
- 13-14 9.5
- 53-54 7.2

P3 CONVOYEUR A BANDE P3 CONVOYEUR A BANDE P 1B PRE CRIBLEUR



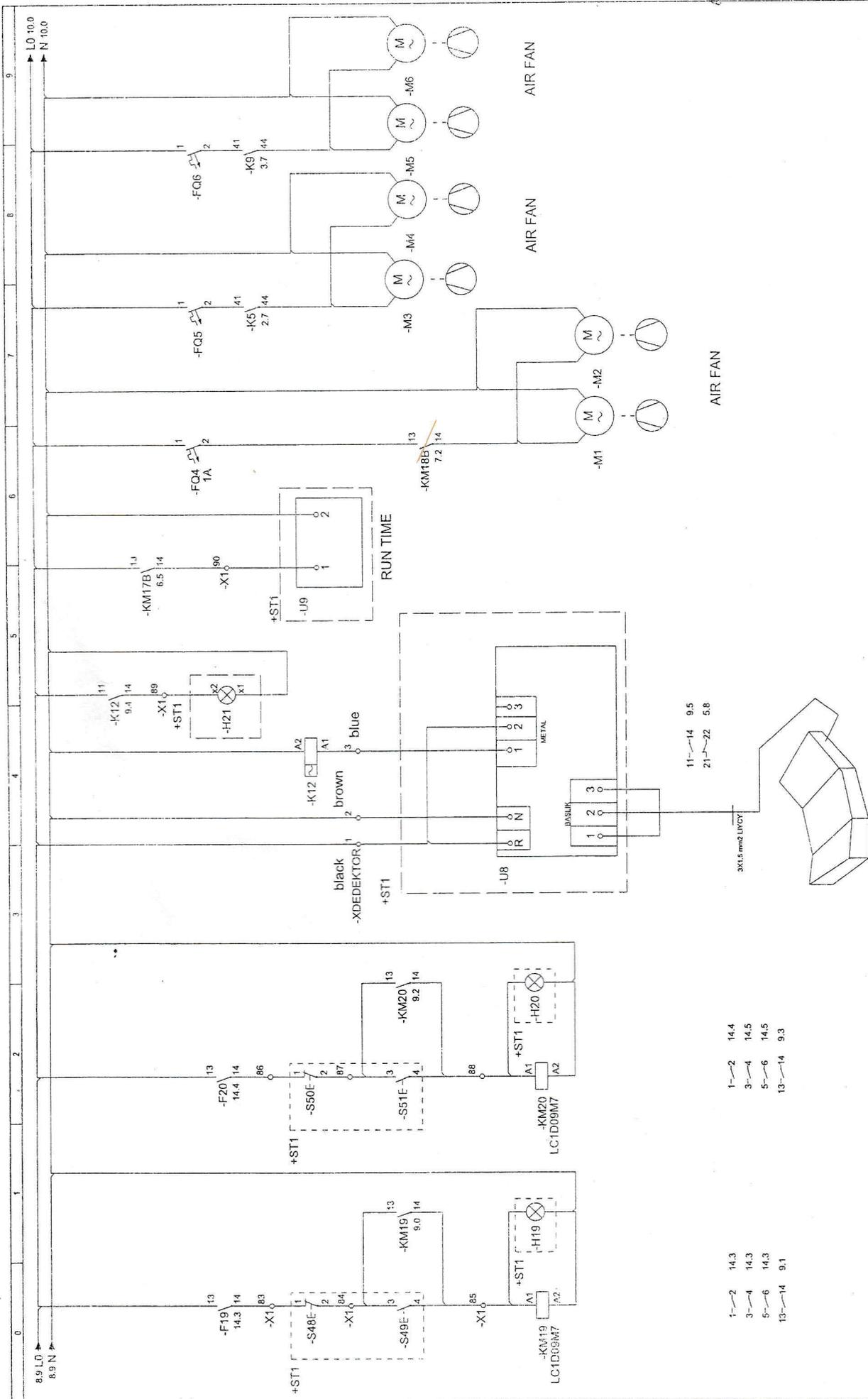
Date	2015-04-03	Tarih	2015-16 EUROL CARRIERE	No	15	Year	15	Tesis	6
	ALICEN BAL		AHMED BENBELLAT						
Çizim Kontrol	Ayrim YILMAZ	Isim	Original	Sub.f.					
Doğrultkiler		Tarih		Isim					



P1A ALIMENTATEUR A VIB.

Degisiklikler	Tarih	2015-04-03	Tarih	2015-16 EURL CARRIERE
	Çizen	ALİ CEM BAL	Kontrol	AHMED BENBELLAT
İslim	Tarih		Orjinal	
	İslim		Subr.	
Veri	15	Veri 15	15	S.
	15	Veri 15	15	S.
S	15	Veri 15	15	S.
	15	Veri 15	15	S.





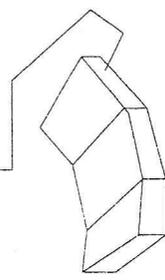
DMK03 HYD.PUMP

PDK02 HYD.PUMP

P4-KM14 CONVOYEUR A BANDE DECECTEUR DE METAUX

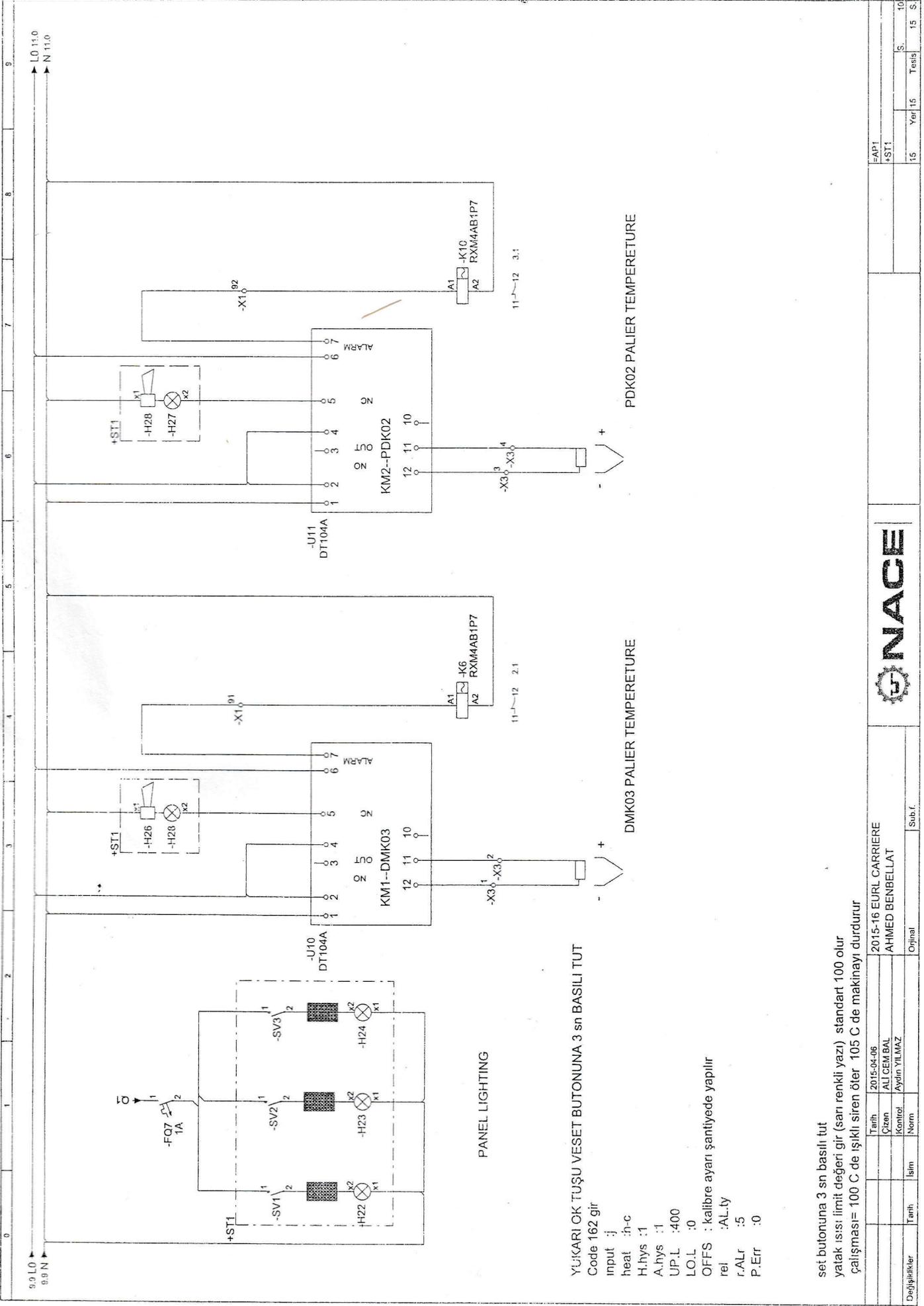
- 1-2 14.3
- 3-4 14.3
- 5-6 14.3
- 13-14 9.1

- 11-14 9.5
- 21-22 5.8



Değişiklikler	Tarih	İsim	Norm	Kontrol	Çizim	Tarih	2015.04.06	AHMED BENBELLAT	Yıldırım YILMAZ	Orjinal	Sub. f	Yer	15	Trasib	15	S.	9





YÜKARİ OK TUŞU VESET BUTONUNA 3 sn BASILI TUT

- Code 162 gir
input : j
heat : h-c
H.hys : 1
A.hys : 1
UP.L : 400
LO.L : 0
OFFS : kalibre ayarı şantiyede yapılır
rel : AL-ty
r.ALr : 5
P.Err : 0

set butonuna 3 sn basılı tut
yatak ısı limit değeri gir (sarı renkli yazı) standart 100 olur
çalışması= 100 C de ışıklı siren öter 105 C de makinayı durdurur

Değişiklikler	Tarih	İsim	Norm	Kontrol	Aydın	YILMAZ	Sub.f.
	2015-04-06	ALI GEM BAL					
		AHMED BENBELLAT					
		Original					



Yer	15	16	15	10
Testis				
S.				

F-AP1

H-ST1

15

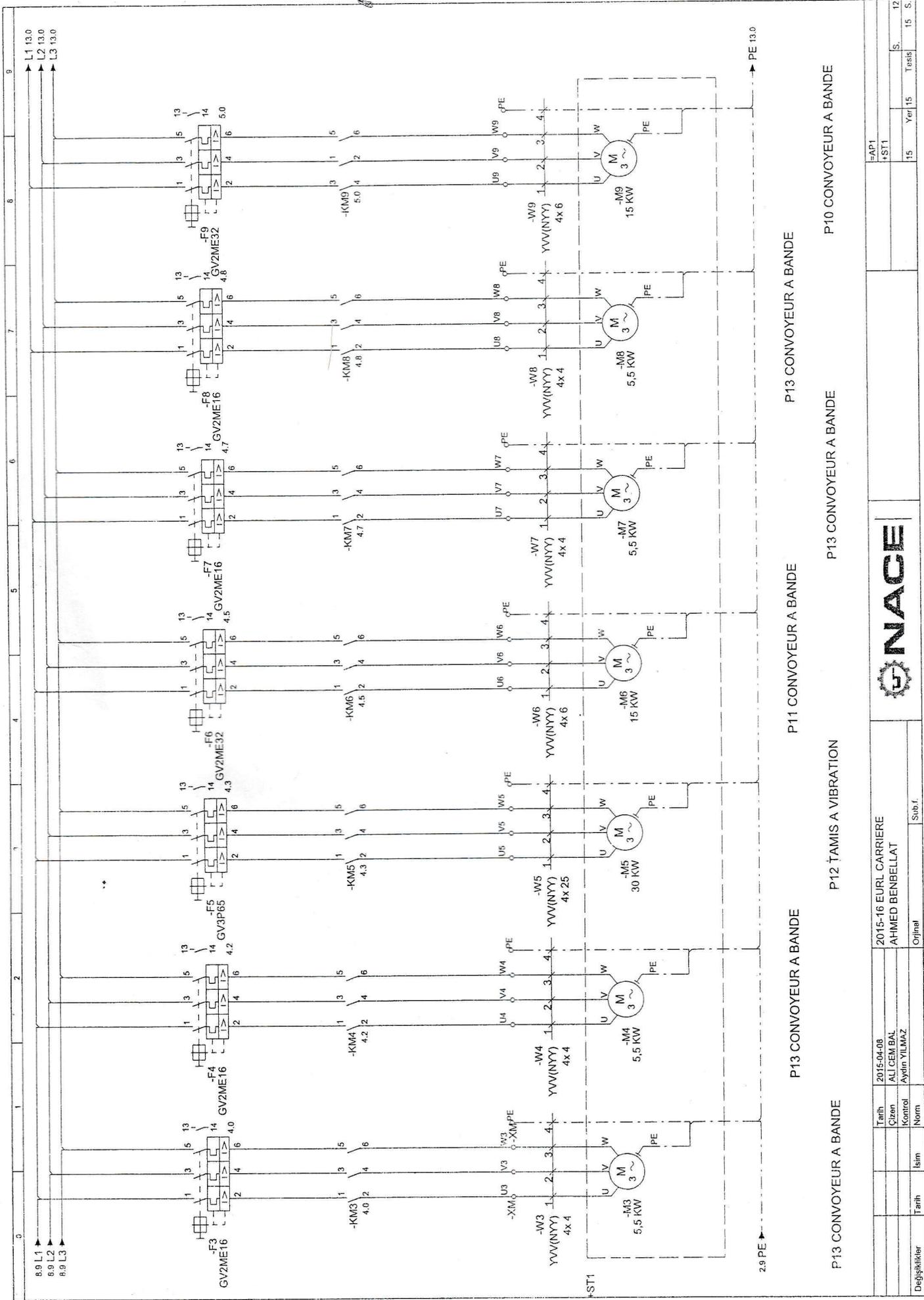
Yer

15

S.

10

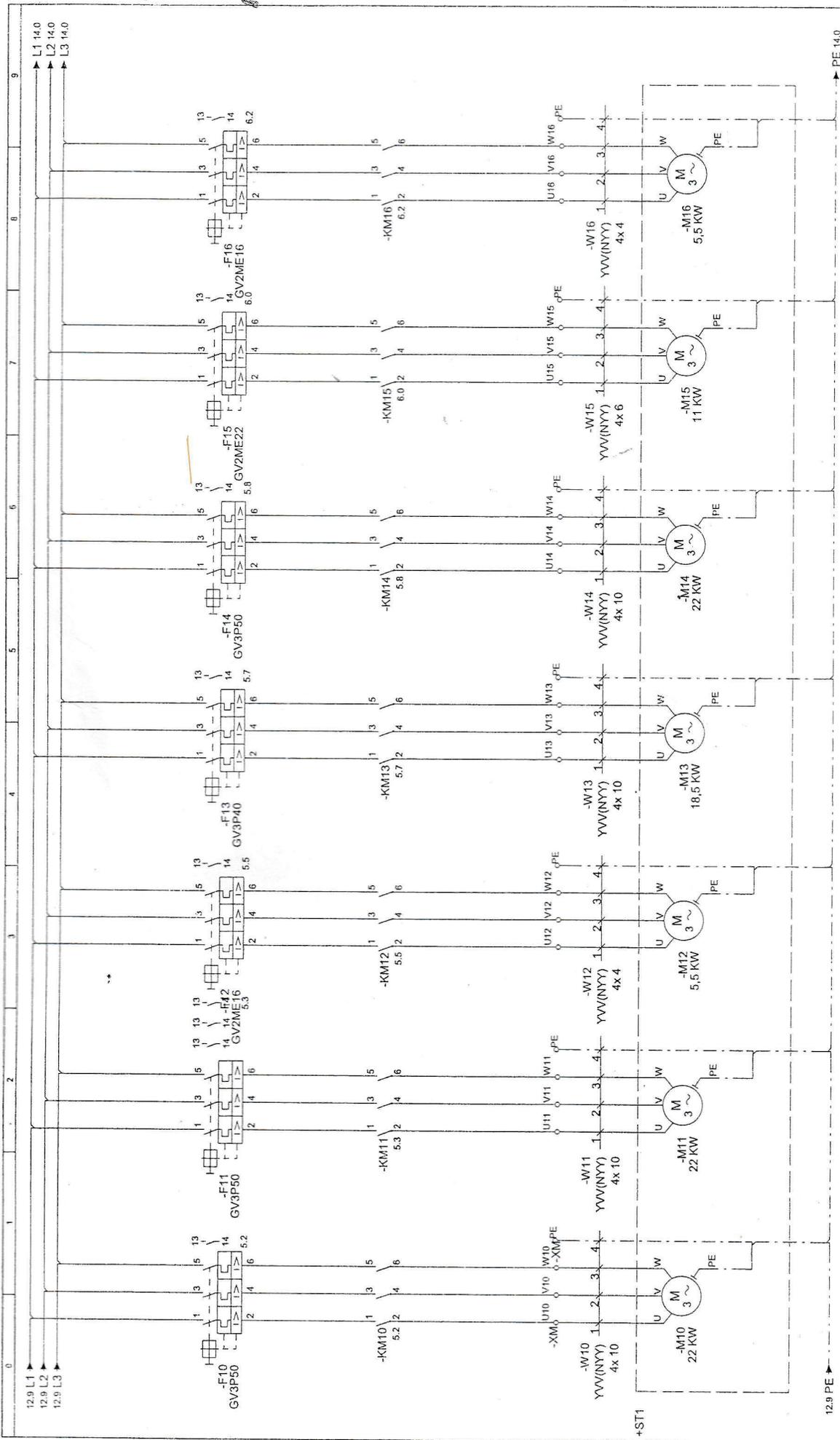
Testis



Değişiklikler	Tarih	2015-04-08	2015-16 EURL CARRIERE AHMED BENBELLAT	=AP1 +ST1	S	12
	İsmin	Ali Cem Bal Aylin Yilmaz				
	Tarih		Original			

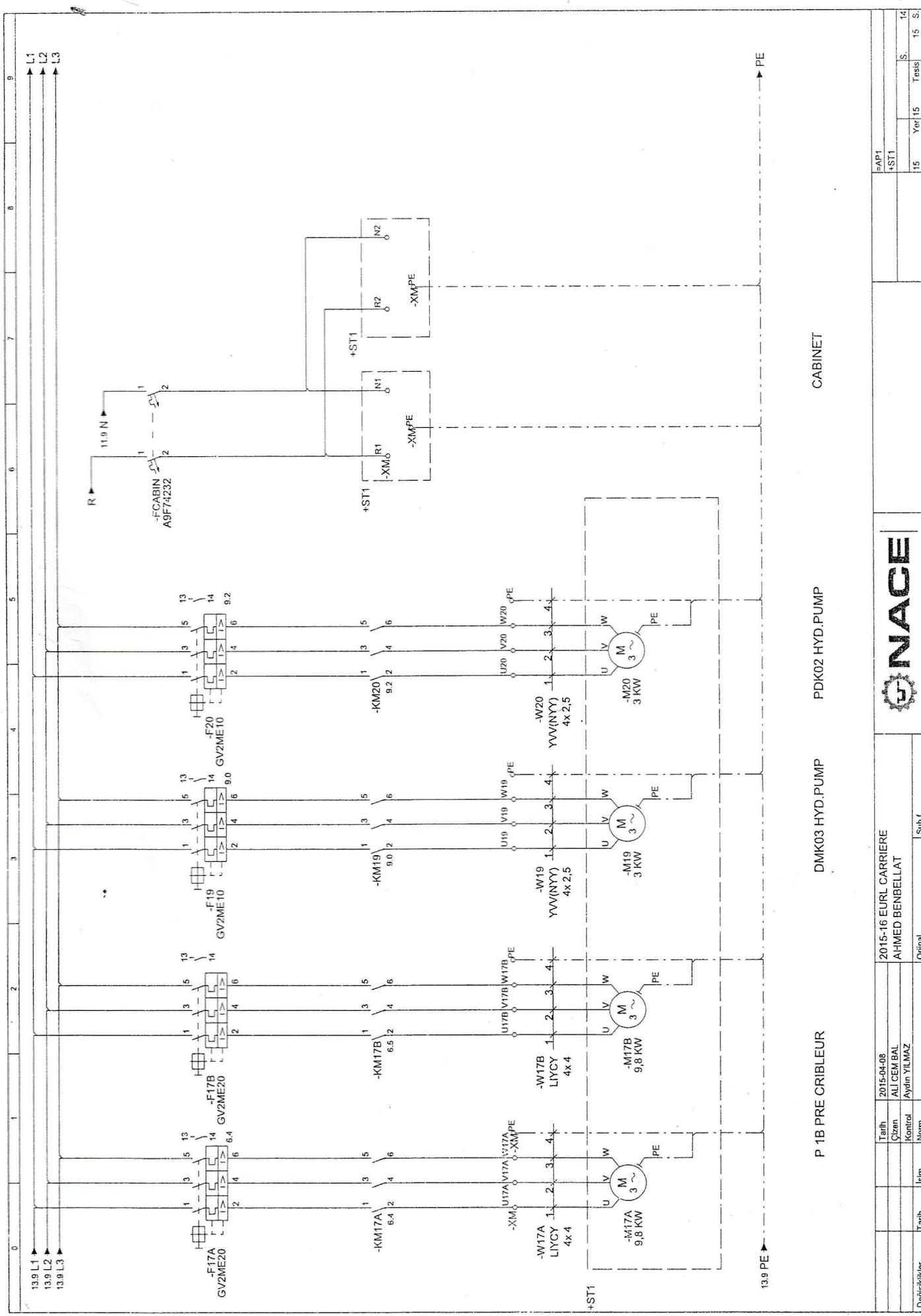


P13 CONVOYEUR A BANDE P11 CONVOYEUR A BANDE P13 CONVOYEUR A BANDE P10 CONVOYEUR A BANDE



P9 TAMIS A VIBRATION P8 CONVOYEUR A BANDE P5 TAMIS A VIBRATION P3 CONVOYEUR A BANDE
 P6 CONVOYEUR A BANDE P4 CONVOYEUR A BANDE P13 CONVOYEUR A BANDE

Tarih	2015-04-08	2015-16 EURL CARRIERE		
Çizen	ALICEM BAL	AHMED BENBELLAT		
Kontrol	Aydin YILMAZ	Original		
İşim	Sub.f.	15	Year	15
Defislikler	Tarih	S.	13	S.



CABINET

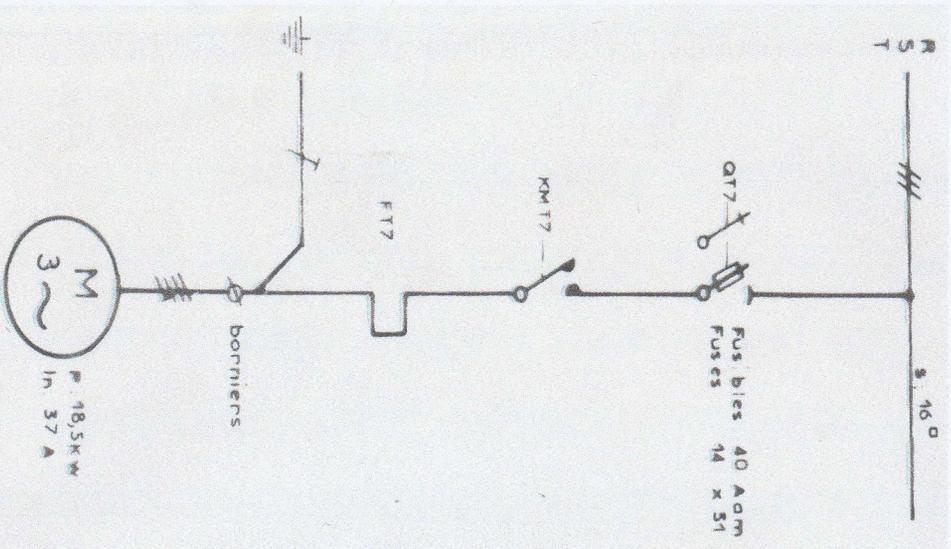
PDK02 HYD. PUMP

DMK03 HYD. PUMP

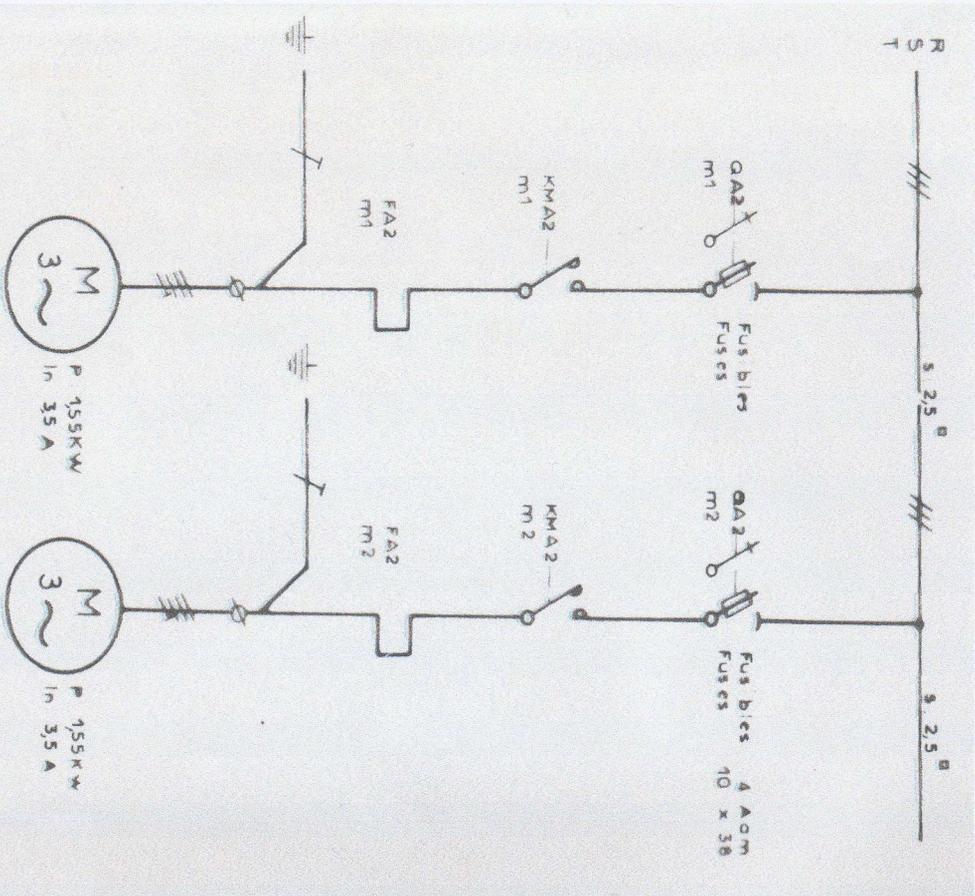
P 1B PRE CRIBLEUR

Değiştirikler	Tarih	İsm	Orjinal	Sub.f.	2015-04-08	2015-16 EURL CARRIERE AHMED BENBELAT	-API +ST1	15	Year	15	S.	14
	Çizen	Kontrol										

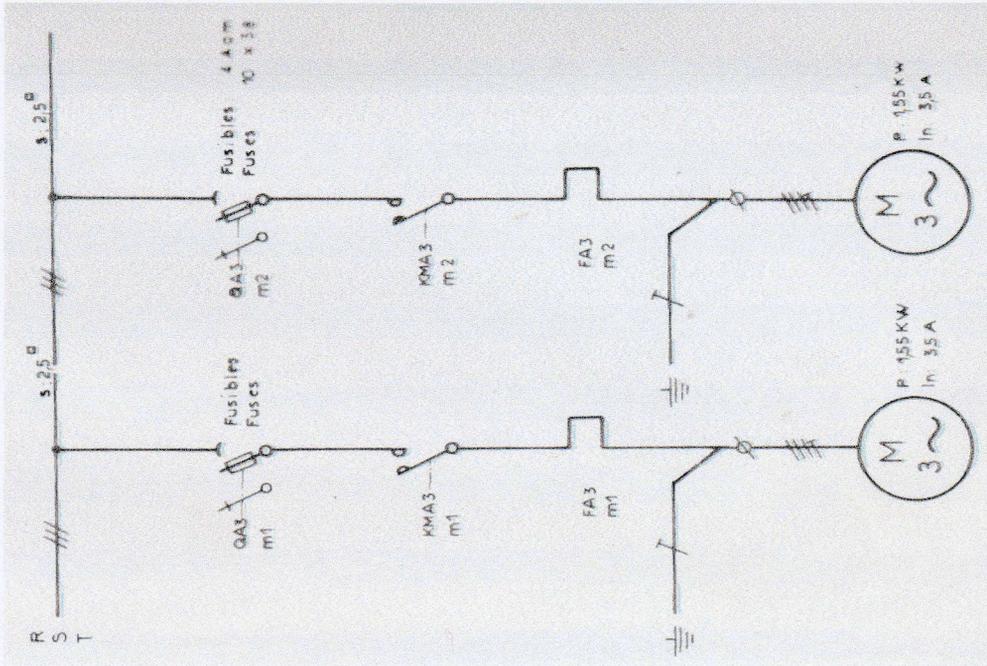




SADIC Zone Industrielle
 TEL. (03) 2795 21
61500SEES
 TRANSPORTEUR
 CONVEYOR T7



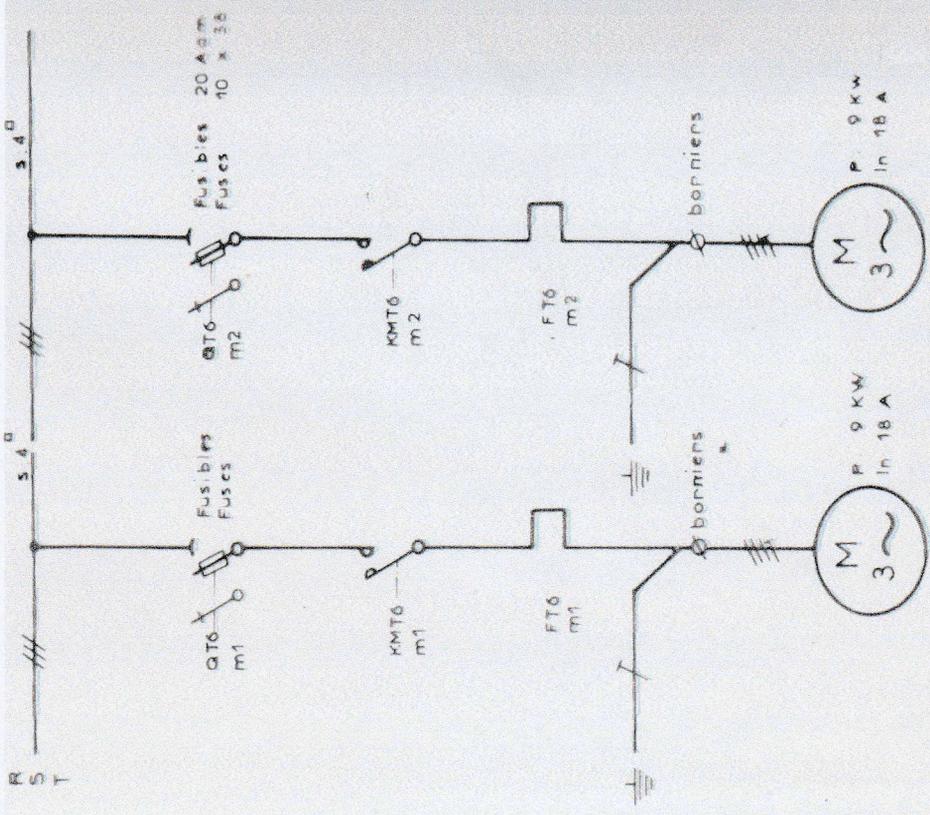
SADIC Zone Industrielle
 TEL. (03) 2795 21
61500SEES
 EXTRACTEUR
 EXTRACTOR A2



SADEIC Zone Industrielle
TEL (33) 27 93 21

61500SEES

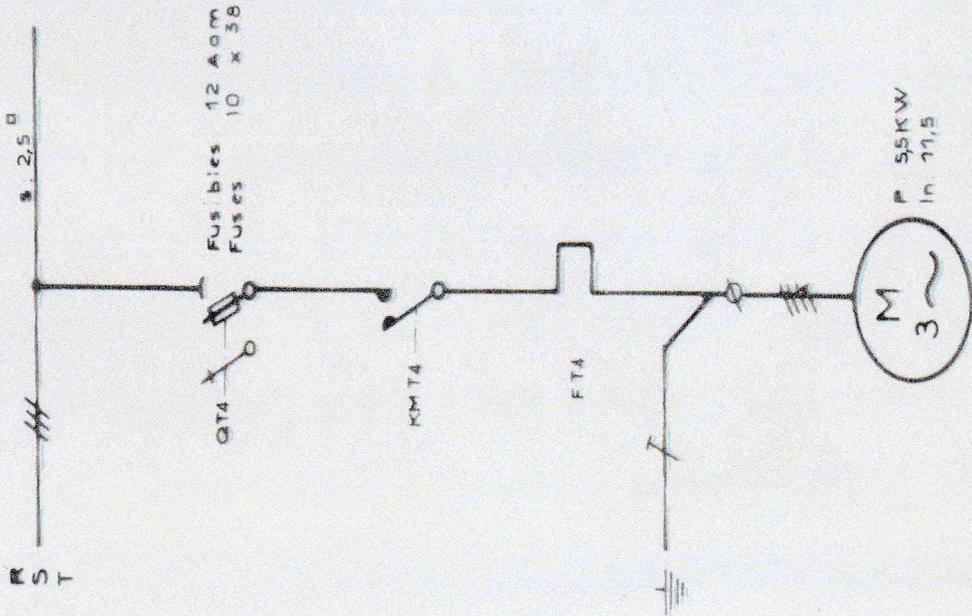
EXTRACTEUR A3
EXTRACTOR



SADEIC Zone Industrielle
TEL (33) 27 93 21

61500SEES

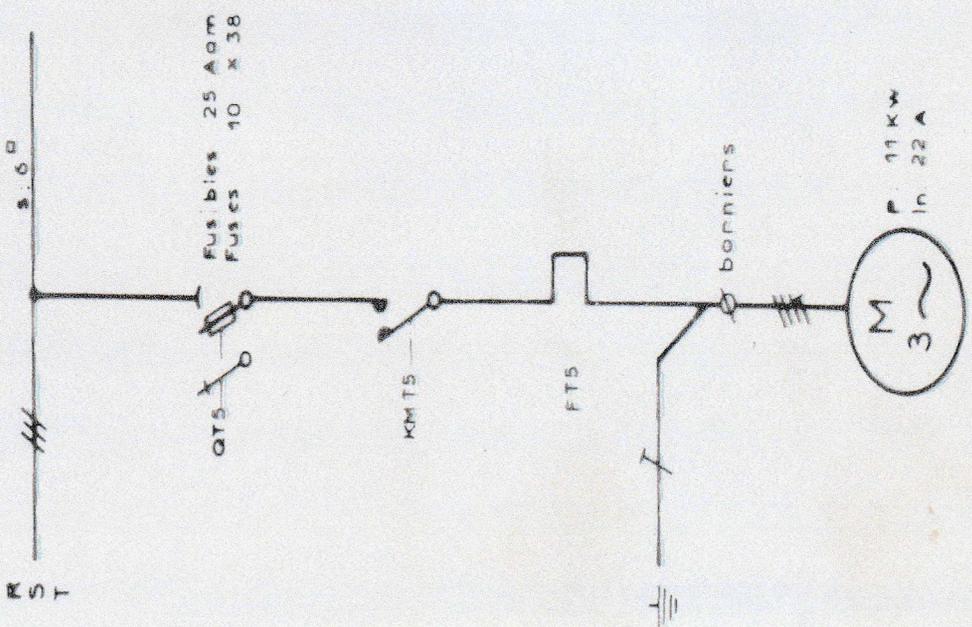
TRANPORTEUR T6
CONVEYOR



SADEIC Zone Industrielle
TEL 031279321

61500 SEES

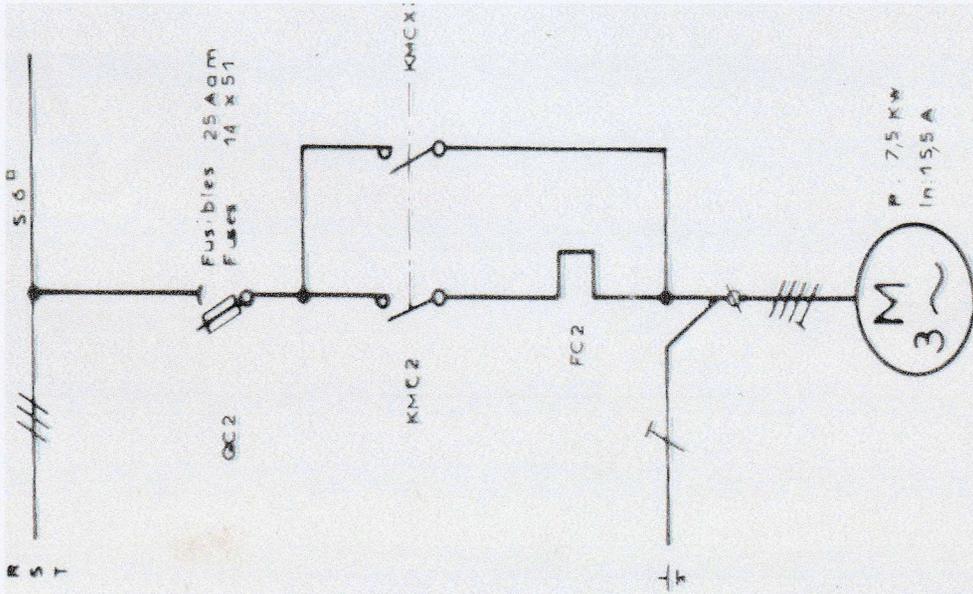
TRANSPORTEUR T4
CONVEYOR



SADEIC Zone Industrielle
TEL 031279321

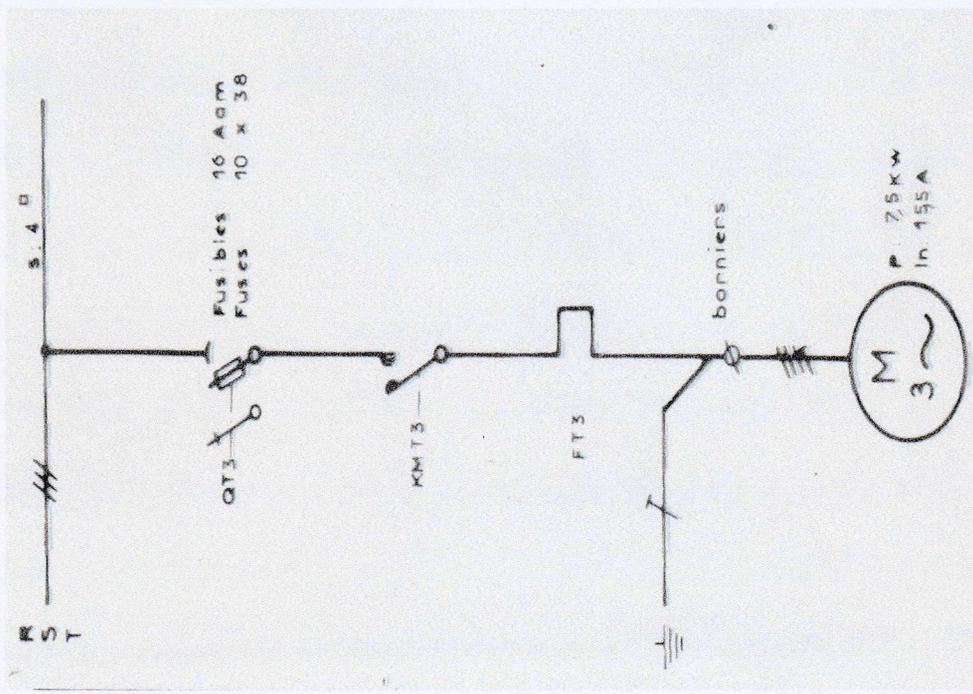
61500 SEES

TRANSPORTEUR T5
CONVEYOR



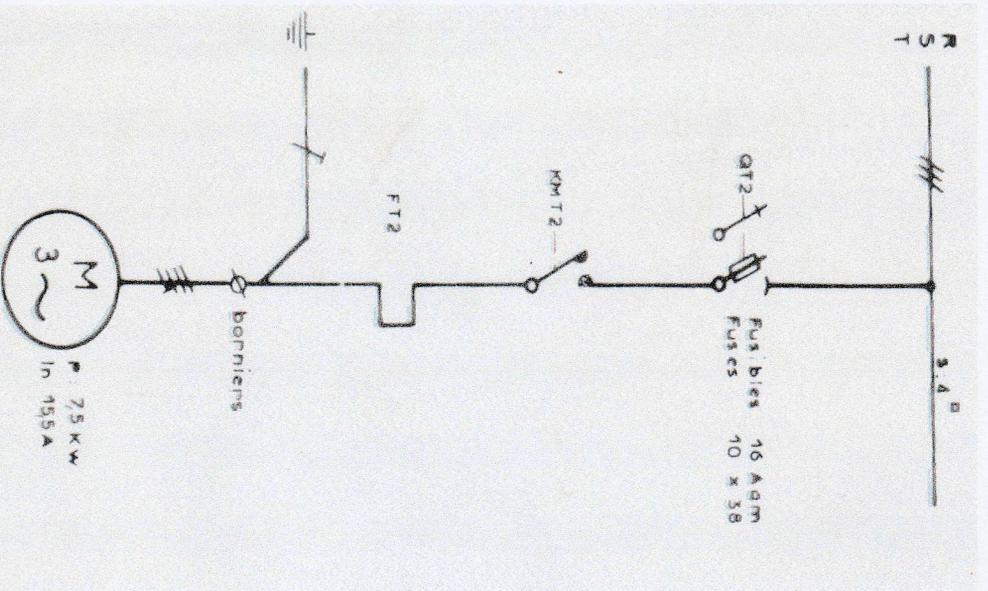
SADEIC Zone Industrielle TEL (03) 27 93 24 **61500 SEES**

CRIBLE C2
SCREEN

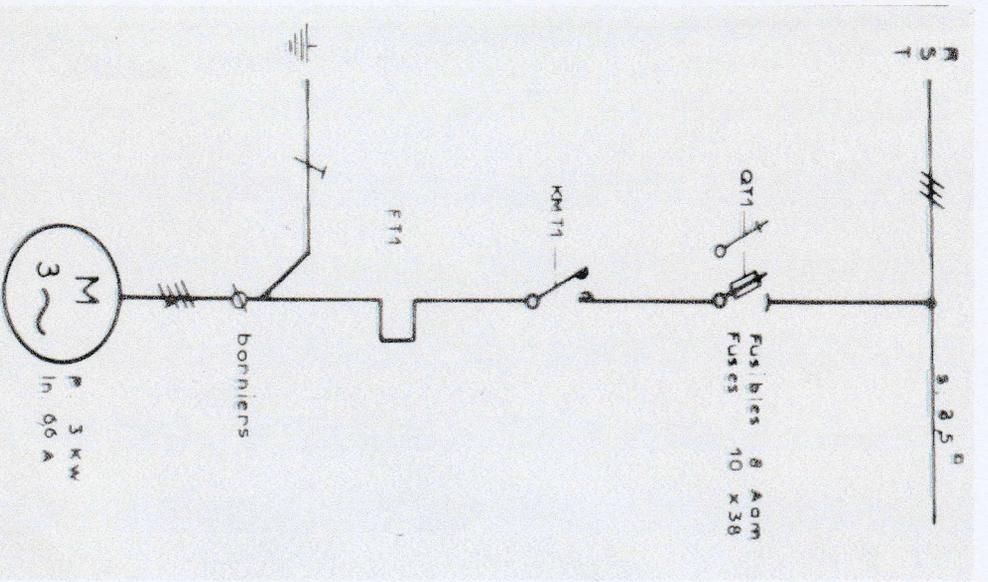


SADEIC Zone Industrielle TEL (03) 27 93 24 **61500 SEES**

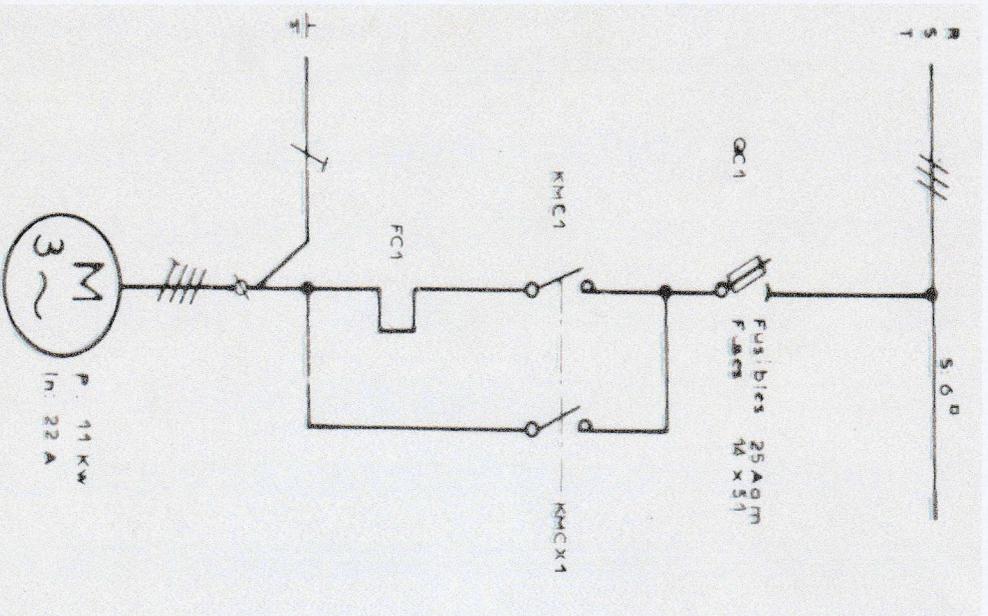
TRANSPORTEUR T3
CONVEYOR



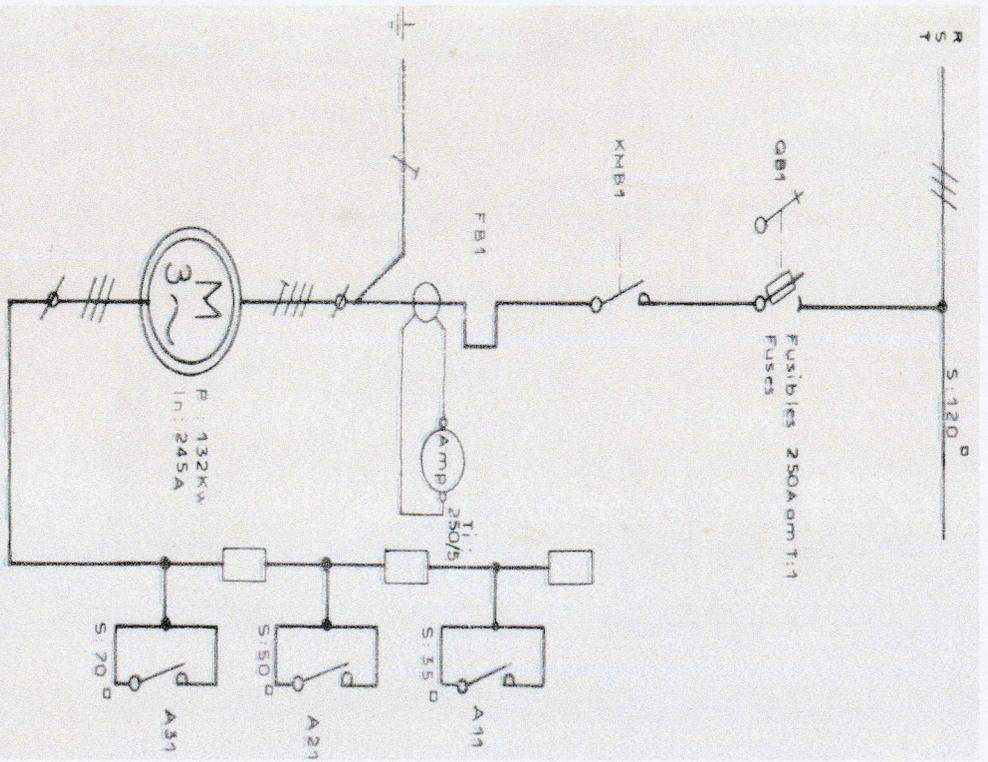
SADERIC Zone Industrielle
 TEL. 031279524 **61500SEES**
 TRANSPORTEUR T2
 CONVEYOR



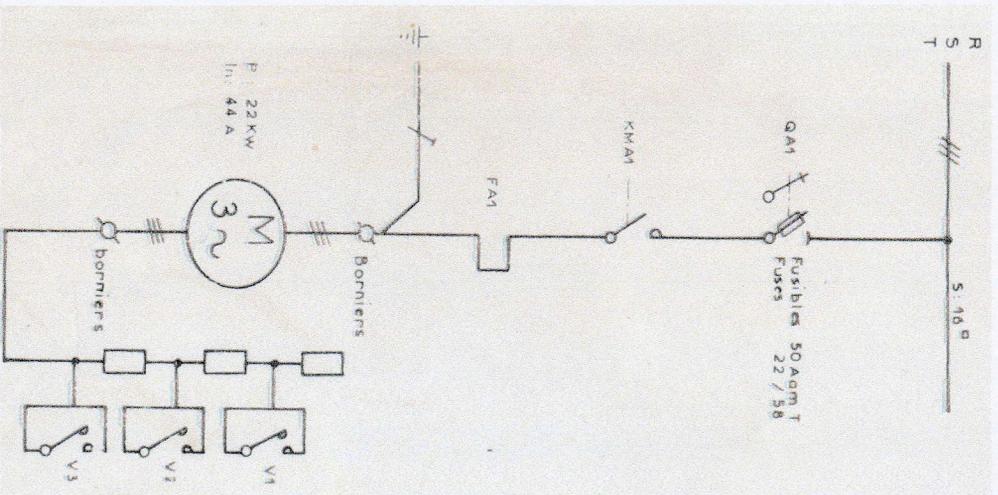
SADERIC Zone Industrielle
 TEL. 031279524 **61500SEES**
 TRANSPORTEUR T1
 CONVEYOR



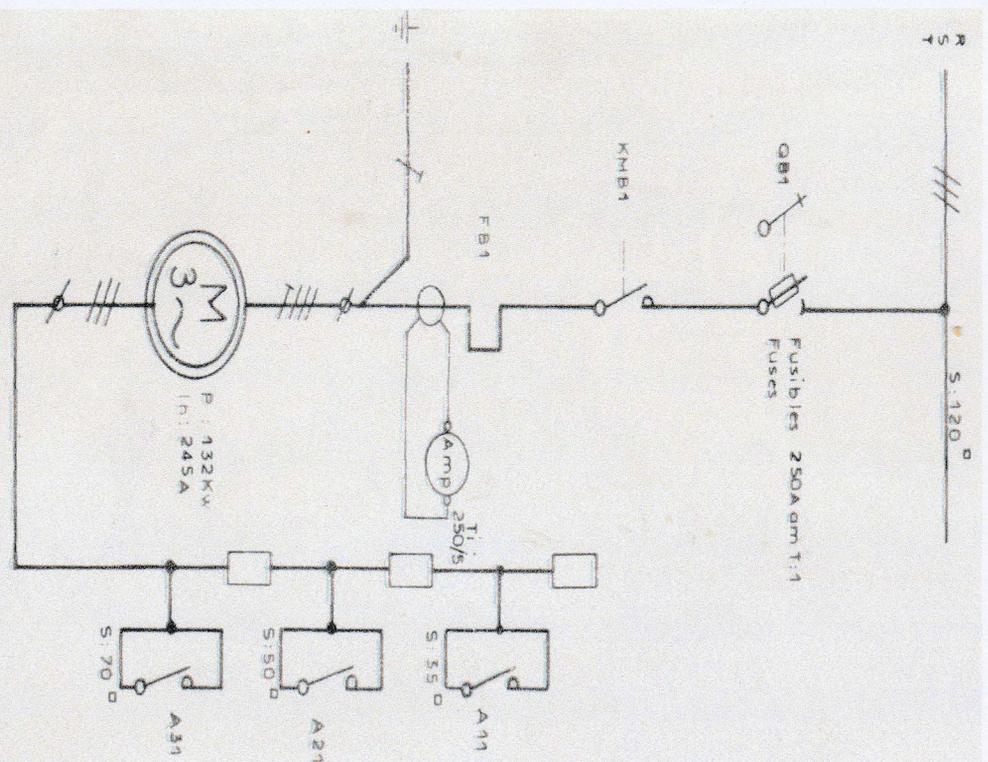
SADÉIC Zone Industrielle
 TEL: (33) 27 93 21
61500SEES
 CRIBBLE
 SCREEN C1



SADÉIC Zone Industrielle
 TEL: (33) 27 93 21
61500SEES
 BROYEUR
 JAW CRUSHER B1



SADERIC Zone Industrielle
 TEL: (33) 279324
61500SEES
 ALIMENTSATEUR
 FEEDER
 A1



SADERIC Zone Industrielle
 TEL: (33) 279324
61500SEES
 BROEUR
 JAW CRUSHER
 B2

bibliographie

Références bibliographiques

Livres et thèses :

- KARA Mohammed DOCTORAT D'ETAT Optimisation de la consommation de l'énergie électrique dans les éléments du système d'alimentation (condition de la cimenterie de Ain-Touta) décembre 2007 université D'Annaba.
- dimensionnement d'une installation électrique, ABDERAHMAN ALOUI, LP MEEDD, 2019-2020
- Memotech plus électrotechnique, R. Bourgeois et D. Cogniel, CASTILLA.
- METATLA Rachid, Normes et schémas électriques, institut Algérien de pétrole , école de Skikda, département génie électrique et instrumentation.
- Electrotechnique, Théodor Wildi avec la collaboration de Gilbert Sybille (ingénieur, institut de recherche d'Hydro-Québec), 3ème édition, De Boeck Université.

Sites internet :

- <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/electricite>
- <https://www.legrand.fr/catalogue/tableaux-electriques-et-disjoncteurs/fusible>
- <http://www.electrical-installation.org/enw/images/5/51/H-Appareillage-BT-fonctions-etchoix.pdf#page3D7>
- <https://www.legrand.fr/sites/default/files/guidetechlacoordination.pdf>
- https://sti2d.ecolelamache.org/le_relais_lectromcanique.html
- <https://www.maxicours.com/se/cours/types-de-schemas-electriques-1/>
- <https://www.technologuepro.com/cours-electricite-industrielle-as/chapitre-2-schemas-normesinstallations-electriques.html>
- <https://electrotoile.eu/habitat.php>

- https://bibop.ocg.msf.org/docs/48/L048ENEM08EP_InstallEquip
Electr_MSFCICR.pdf
- https://www.energy.gov.dz/Media/galerie/bilan_realisations_eam_2009_edition_2010_5b437406aa109.pdf

ملخص

الكهرباء هي طاقة ثمينة و من الصعب تخزينها علي شكلها الطبيعي و من ثم وجب علي كل الصناعيين استعمالها عن معرفة و بطرق عصرية تجرها لتحسين فعالية الأجهزة و الأساليب و تخفيض الخدمات الغير نافعة. و من هذه الغاية لقد قمنا بدراسة ميدانية خاصة بكيفية حساب احتياجات المؤسسة الصناعية بشكل عام و المنجمية بشكل خاص من الطاقة الكهربائية، حيث تطرقنا إلى تبين أهمية الكهرباء في الحياة اليومية وكذا الصناعية، ثم تطرقنا إلى طرق حساب احتياجات المؤسسة من الطاقة الكهربائية وكذا التمديدات الكهربائية في الجانب النظري، لنقوم بتطبيقها على الحالة الميدانية التي قمنا بدراستها في الجانب التطبيقي من البحث، وهذا بغية الوصول إلى الاختيار الأمثل قصد الحد من ضياع الطاقة الكهربائية وخفض التكاليف.

Résumé

L'électricité est une énergie précieuse et il est difficile de la stocker sous sa forme naturelle, et donc tous les industriels doivent l'utiliser en connaissance de cause et de manière moderne qui la puise pour améliorer l'efficacité des appareils et des méthodes et réduire les services inutiles. Pour cela, nous avons mené une étude de terrain sur la manière de calculer les besoins de l'établissement industriel en général et minier en particulier en termes d'énergie électrique, où nous avons évoqué l'importance de l'électricité dans la vie quotidienne comme industrielle, puis nous avons abordé les méthodes de calcul des besoins de l'établissement d'énergie électrique ainsi que les installations électriques du côté théorique, appliquons-le au cas de terrain que nous avons étudié dans le côté pratique de la recherche, afin d'atteindre le choix optimal afin de réduire les pertes d'énergie électrique et de réduire les coûts.

abstract

Electricity is precious energy and it is difficult to store it in its natural form, and therefore all manufacturers must use it knowingly and in a modern way that draws it to improve the efficiency of devices and methods and reduce unnecessary services. For this, we conducted a field study on how to calculate the needs of the industrial establishment in general and mining in particular in terms of electrical energy, where we discussed the importance of electricity in daily life. as industrial, then we approached the methods of calculating the needs of the establishment of electric power as well as the electrical installations from the theoretical side, apply it to the field case that we have studied in the practical side of the research, in order to achieve the optimal choice in order to reduce electrical energy losses and reduce costs.