

Laboratoire d'électrotechnique – Banc d'étude des SLT (MDG99605)

Niveau « bakalavriat » : Travaux Pratiques

Fiche pédagogique

▣ Niveau « bakalavriat » (bachelor) d'électrotechnique

- ▶ **TP n°1** : module I (3^e année, 1^{er} semestre)
- ▶ **TP n°2** : module III (4^e année, 1^{er} semestre)

▣ Structuration et thématique

Les sujets sont conçus pour être traités sur une durée nominale de **4 heures** chacun ; l'un et l'autre se décomposent en 2 parties équilibrées :

- ▶ **TP n°1** : sur la face A du banc, étude du **schéma TT** (partie I) puis du **schéma TN** (partie II)
- ▶ **TP n°2** : sur la face B du banc, étude du **schéma IT** (partie I : **défaut simple** ; partie II : **défaut double**)

Chaque sujet de TP se présente sous la forme d'un questionnaire de 2 pages A4, à tirer sur 1 folio A3, dans lequel l'étudiant remettra les feuilles sur lesquelles il aura rédigé ses réponses.

▣ Documentation mise à disposition des étudiants pour consultation

- 1) **6 schémas de câblage** à réaliser (numérotés A1 à A3 pour le TP n°1 ; B1 à B3 pour le TP n°2)
- 2) **Notice didactique du banc** contenant un synoptique des SLT et des éléments de la norme CEI 60-479 (21 p.)

▣ Corrigés

Chaque sujet dispose d'un **corrigé complet** avec barème détaillé sur 100 points (TP1 : 6 p. ; TP2 : 5 p.)

▣ Équipements supplémentaires nécessaires

Pour les 2 sujets de TP :

- ▶ 1 petit tournevis plat pour manœuvrer les réglages des appareils *Vigirex*
- ▶ 2 ou 3 multimètres stationnaires (*UNI-T UT803*)

Pour le TP n°2 seulement :

- ▶ 1 oscilloscope numérique 2 canaux à mémoire (*Tektronix TDS 2012B*) avec :
 - ▷ 1 sonde différentielle de tension (*Tektronix P5200*)
 - ▷ 1 pince ampèremétrique (*Fluke i310s*)
- ▶ 1 kit mobile de recherche de défaut (*Merlin Gérin XGR-XRM*)

▣ Notions pré-requises

Les sujets ne nécessitent pas de connaissance préalable sur les SLT, leur but étant d'en comprendre les principes par l'expérimentation. Des bases d'électricité sont toutefois nécessaires :

- ▶ connaissance du courant alternatif (valeur efficace, etc.)
- ▶ loi d'ohm et calcul de résistances équivalentes
- ▶ notions de courant de défaut et de fuite
- ▶ principe de fonctionnement des disjoncteurs différentiels à courant résiduel (DDR), notion de sensibilité
- ▶ notion surcharge et de court-circuit
- ▶ caractéristiques des disjoncteurs magnéto-thermiques

▣ Déroulement et notions abordées

Pour des raisons pédagogiques, les deux TP sont conçus pour être traités dans l'ordre TT–TN–IT, même si le schéma TT est le moins répandu au Kazakhstan.

TP n°1 – partie I : construction du schéma TT

On part d'une installation trop rudimentaire, seulement protégée par des disjoncteurs magnéto–thermiques, sans mise à la terre des masses des récepteurs et sans DDR. On expérimente un défaut d'isolement et on observe les risques pour une personne en contact avec la masse, d'après les éléments de la norme CEI 60 479 (tension de contact réputée dangereuse, etc.) On voit ensuite que l'utilisation d'un DDR permet de couper le circuit en cas de contact indirect mais ne suffit pas malgré tout éliminer les risques d'électrisation grave.

On réalise alors une mise à la Terre des masses et on observe que le courant de fuite canalisé réduit d'autant le courant corporel auquel serait soumise une personne en contact. On voit également que l'utilisation d'un DDR joue maintenant un rôle préventif d'électrisation par contact indirect, puisque ce dernier détecte le courant de fuite et coupe le circuit avant tout contact indirect.

On arrive ainsi à la structure fondamentale du schéma TT : mise à la terre des masses et protection par DDR haute sensibilité.

TP n°1 – partie II : étude du schéma TN par comparaison avec le schéma TT

On part du schéma TN de base et l'on étudie comment, grâce à la mise à la terre du neutre, tout défaut d'isolement de mode commun engendre un court–circuit. On observe qu'une protection par disjoncteurs magnéto–thermiques suffit à assurer la prévention des électrisations par contacts indirects.

On étudie ensuite les situations pour lequel le principe de protection de base par disjoncteurs magnéto–thermiques du schéma TN est insuffisant : défaut résistif, départ long avec conducteur PE résistif, contact direct (on mesure une tension de contact dangereuse et on constate l'absence de déclenchement). Dans tous les cas, on observe que l'ajout de DDR dans l'appareillage suffit à résoudre ces problèmes.

Remarque : du fait de la puissance très limitée des résistors constants du bancs, on est obligé d'utiliser le rhéostat de 24Ω pour simuler un conducteur PE résistif, ce qui correspond à une longueur irréaliste de 6 km pour un fil de section $2,5 \text{ mm}^2$ en cuivre.

TP n°2 – partie I : étude du schéma IT dans le cas d'un défaut simple

On part du schéma IT de base et l'on étudie comment, grâce à l'isolement du neutre, un 1^{er} défaut d'isolement de mode commun n'engendre pas de tension de contact dangereuse et ne nécessite ainsi pas la coupure de l'alimentation.

On étudie ensuite les procédures de détection et de localisation du défaut, soit avec un contrôleur permanent d'isolement associé à un avertisseur sonore en va–et–vient, soit avec un kit mobile de recherche de défaut qui présente l'avantage de respecter la continuité de service de l'installation.

TP n°2 – partie II : étude du schéma IT dans le cas d'un défaut double

Avec le même schéma IT de base, on considère la situation où un 2^e défaut vient à se produire alors que le 1^{er} défaut n'a pas été éliminé. On observe ainsi une situation – analogue à celle du schéma TN – où grâce à la mise à la terre des masses, le courant de défaut est canalisé dans le conducteur PE et provoque un court–circuit, aussitôt coupé par les disjoncteurs magnéto–thermiques (comme en schéma TN).

On considère enfin la situation où le conducteur PE est résistif (cas d'un départ long, par exemple) et l'on observe que, comme en schéma TN, la protection par disjoncteurs magnéto–thermiques est insuffisante. On expérimente alors avec succès l'ajout d'un DDR, en remarquant que cette solution doit rester limitée aux situations vraiment problématiques, pour ne pas compromettre le respect de la continuité de service qui motive le choix du schéma IT.

▣ **Compétences transversales sollicitées**

Les principales compétences transversales des modules sollicitées dans ces deux TP sont :

- ▶ la lecture de schémas électriques industriels et la transposition au câblage
- ▶ la représentation de schémas électriques équivalents simplifiés pour l'analyse d'une situation
- ▶ la lecture des caractéristiques d'un appareil de protection
- ▶ l'interprétation des courbes de déclenchement des disjoncteurs
- ▶ le branchement et le réglage des instruments de mesure de base (voltmètre, ampèremètre, ohmmètre)
- ▶ le branchement et le réglage d'un oscilloscope numérique, avec notamment les points suivants qui nécessiteront une aide rapprochée de l'enseignant :
 - ▷ le paramétrage des voies en fonction des calibres choisis sur les sondes
 - ▷ l'utilisation des fonctions de déclenchement automatique (menu *trigger*)

▣ **Consignes sécurités et préservation du matériel**

Comme pour tous les travaux pratiques proposés dans le laboratoire, les étudiants sont soumis aux consignes de sécurité et un encadré rappelle en tête de chaque sujet la nécessaire présence de l'enseignant pour toutes les manipulations faisant intervenir une tension réputée dangereuse (questions signalées par le symbole ) .

Toutefois, la bonne conception du banc et l'usage systématique de connexions sécurisées IP2x réduit considérablement les risques d'électrisation des personnes : il faudrait une extrême maladresse ou une volonté délibérée de nuire pour provoquer un accident corporel.

En revanche, des détériorations des composants du bancs (notamment les résistors) ou des instruments de mesure peuvent se produire en cas de branchements erronés.

Il appartient à l'enseignant d'accorder au fur et à mesure une plus grande autonomie aux étudiants dès lors qu'il constate leur attitude responsable et leur compétences suffisantes.