

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique



**Université Mohamed Kheider Biskra**  
**Faculté des Sciences et de la Technologie**  
**Département Génie électrique**

**Support de Travaux Pratiques**

**TRAVAUX PRATIQUES**  
**SUR LES RESEAUX ELECTRIQUES**

**Pour : 3eme année Licence Electrotechnique**

**Par :**

**Dr. BECHA HABIBA**

**Maître de Conférences en Electrotechnique à l'Université MOHAMED  
KHEIDER de BISKRA**

**2022/2023**

## AVANT PROPOS

*Ce Support pédagogique destiné aux Travaux Pratiques de Prothèse qui sont réalisés au laboratoire d'électrotechnique, fixées au sein de la Faculté des Sciences et de la Technologie ; Département Génie électrique ; Université Mohamed Kheider Biskra.*

*Ces travaux pratiques s'adressent aux étudiants de la 3<sup>eme</sup> année en Licence Electrotechniques.*

*Ils ont pour but :*

- *D'initier les étudiants aux bases de réseaux électriques et*
- *De les familiariser avec les appareils couramment utilisés dans ce domaine.*

*La durée d'un TP est de 3 heures à la suite desquelles, les étudiants doivent remettre leurs comptes-rendus qui doivent comporter :*

- *Le but : c'est la synthèse du travail à effectuer.*
- *La préparation : réponse aux questions posées, calculs théoriques...*
- *Matériels utilisés.*
- *Le montage.*
- *La manipulation : déroulement, précautions à prendre...*
- *Les tableaux de mesures.*
- *Construction de courbes.*
- *Conclusion.*

*Le recueil présenté contient trois listes des travaux pratiques à savoir :*

- *TP1 Les lignes courtes*
- *TP 2 les lignes moyennes.*
- *TP3 Quadripôles représentants des lignes électriques.*

*J'espère que ce recueil sera apprécié par mes collègues et les étudiants et je serais très heureux de recevoir avec reconnaissance leurs remarques, critiques et suggestions.*

*DR. BECHA HABIBA*

# *Sommaire*

|   |           |
|---|-----------|
| <b>TPN°01 : Les Lignes Courtes</b>  |           |
| I. But de TP  | 01        |
| II. Etude Pratique  | 01        |
| II.1. Essai à vide  | 01        |
| II.2. Essai en charge   | 02        |
| II.2.1. Charge R  | 02        |
| II.2.2.Charge RL  | 03        |
| II.2.3.Charge RC  | 03        |
| III. Travail Demandé  | 04        |
| Réponses TPN°01 : Etude Théorique   | 06        |
| Réponses TPN°01 : I.1. Introduction   | 06        |
| Réponses TPN°01 : I.2 Schéma équivalent                                       | 06        |
| Réponses TPN°01 : I.3 Diagramme vectoriel Pour une charge de nature inductive | 07        |
| Réponses TPN°01 : I .4 Régulation de la tension de la ligne                   | 08        |
| Réponses TPN°01 : II .Etude Pratique  | 08        |
| Réponses TPN°01 : II.1. Matériels utilisées                                   | 08        |
| Réponses TPN°01 : II.2. Essai à vide  | 12        |
| Réponses TPN°01 : II.3 Essai en charge  | <b>13</b> |
| Réponses TPN°01 : II.3.1 Charge 'R'   | 13        |
| Réponses TPN°01 : II.3.1.1 l'expérience                                       | 14        |
| Réponses TPN°01 : II.3.1.2 Courbes  | 14        |
| Réponses TPN°01 : II.3.2 Charge 'RL'  | 16        |
| Réponses TPN°01 : II.3.2.1 l'expérience                                       | 16        |
| Réponses TPN°01 : II.3.2.2 courbes  | 17        |
| Réponses TPN°01 : II.3.2.3 Charge 'RC'  | 19        |
| Réponses TPN°01 : Réponses TPN°01 : II.2.3.1 L'expérience                     | 19        |
| Réponses TPN°01 : II.3.2 Courbes  | 20        |
| Réponses TPN°01 : III conclusion général                                      | 22        |
| <b>TPN°02 : Les Lignes Moyennes</b>   |           |
| I. But de TP  | 23        |
| II. Etude Pratique  | 23        |
| II.1. Essai à vide  | 23        |
| II.2. Essai en charge   | 24        |
| II.2.1. Charge R  | 24        |

|  |    |
|--|----|
| II.2.2. Charge RL  | 25 |
| II.2.3. Charge RC  | 25 |
| III. Travail Demandé   | 26 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : Etude Théorique   | 27 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : I.1 Définition de la ligne de transmission moyenne                                  | 27 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : I.2 Schéma équivalent   | 27 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : I.3 Modelés mathématiques et diagramme de tension et le courant                     | 27 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II .Etude Pratique  | 28 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.1. Schémas du l'expérience   | 28 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.2. Essai à vide, l'essai en charge R   | 29 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.2.1. Interprétation les résultats obtenus  | 30 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.2.2 l'influence de la charge R sur les grandeurs électriques et les puissances   | 31 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.2.3 le coefficient de régulation de la tension                                   | 31 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.2.4 Le rendement de la ligne   | 32 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.2.5 Le traçage de $V_r = f(I_r)$   | 32 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.3'essai en Charge 'RL'   | 33 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.3.1. Interprétation les résultats obtenus  | 34 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.3.2. l'influence de la charge RL sur les grandeurs électriques et les puissances | 34 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.3.3 le coefficient de régulation de la tension                                   | 34 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.3.4 Le rendement de la ligne   | 35 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.3.5 Le traçage de $V_r = f(I_r)$   | 35 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.4'essai en Charge 'RL'   | 36 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.4.1. Interprétation les résultats obtenus  | 37 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.4.2 l'influence de la charge RC sur les grandeurs électriques et les puissances  | 37 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.4.3 le coefficient de régulation de la tension                                   | 37 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.4.4 Le rendement de la ligne   | 38 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : II.4.5 Le traçage de $V_r = f(I_r)$   | 38 |
| Réponses TPN <sup>02</sup> : III conclusion général  | 39 |
| <b>TPN<sup>03</sup> : QUADRIPOLLES REPRESENTANT UNE LIGNE ELECTRIQUE</b>   |    |

|   |    |
|---|----|
| I. But de TP  | 40 |
| II. Etude Pratique  | 40 |
| II.1 Quadripôle représentant une ligne électrique courte  | 40 |
| II.1.1 Essai à vide   | 40 |
| II.1.2 Essai en court-circuit   | 41 |
| II.2 Quadripôle représentant une ligne électrique moyenne   | 41 |
| III. Travail Demandé  | 42 |
| Réponses TPN°03 : I.1 Etude théorique   | 43 |
| Réponses TPN°03 : I.1.1 Déterminations des paramètres du quadripôle représentant une ligne électrique | 43 |
| Réponses TPN°03 : II.2 Partie Pratique  | 44 |
| Réponses TPN°03 : II.2.1 Quadripôle représentant une ligne électrique courte                          | 44 |
| Réponses TPN°03 : II.2.2 Quadripôle représentant une ligne électrique moyenne                         | 47 |
| Réponses TPN°03 : III conclusion général  | 48 |



## TPN°01 : Les Lignes Courtes

### I. But de TP :

- L'étude d'une ligne courte : l'essai à vide et l'essai en charge (R, RL et RC).
- L'influence de la charge sur les grandeurs électriques (tension et courant).

### II. Etude Pratique :

#### II.1. Essai à vide :

Réaliser le montage suivant :

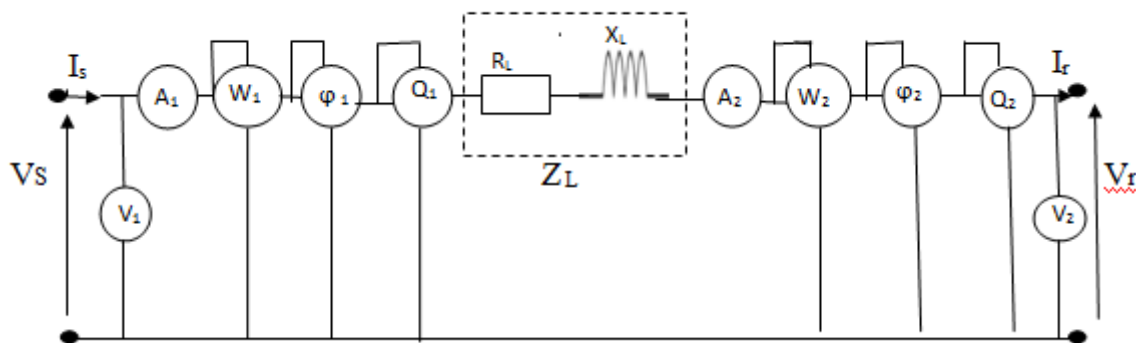


Figure TP1.1.

On prend :  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10 \text{ mH}$ ,  $V_s=100 \text{ V}$ , puis  $V_s=80\text{V}$ .

-Relever dans un tableau :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\phi_s)$  et  $\cos(\phi_r)$ .

|                      |    |     |
|----------------------|----|-----|
| $V_s[\text{v}]$      | 80 | 100 |
| $V_r[\text{v}]$      |    |     |
| $I_s[\text{A}]$      |    |     |
| $I_r[\text{A}]$      |    |     |
| $P_s[\text{w}]$      |    |     |
| $P_r[\text{w}]$      |    |     |
| $Q_s[\text{VAR}]$    |    |     |
| $Q_r[\text{VAR}]$    |    |     |
| $\text{Cos}(\phi_s)$ |    |     |
| $\text{Cos}(\phi_r)$ |    |     |

## II.2. Essai en charge :

### II.2.1. Charge R :

Réaliser le montage suivant, le récepteur c'est une charge purement résistive :

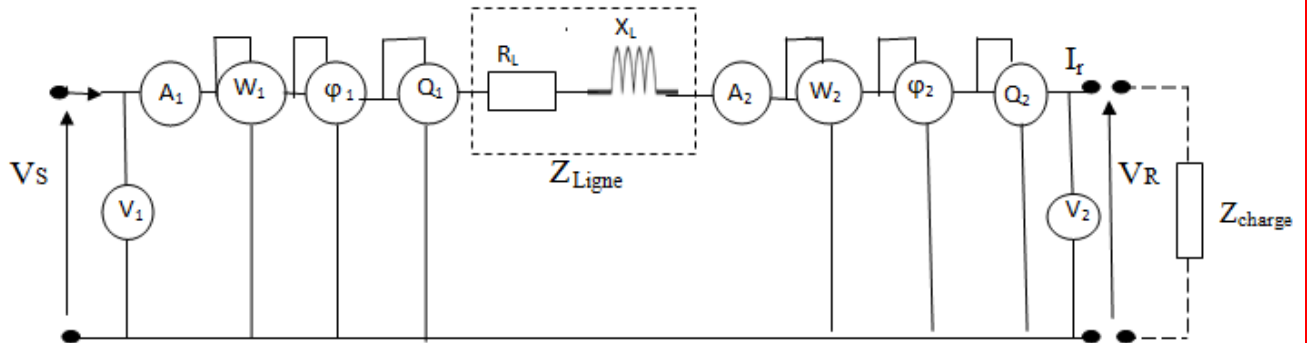


Figure TP1.2.

On prend :  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10\text{mH}$  et  $V_s=$  fixe.

-Faire varier la charge  $R_{\text{charge}}$ ,

-Relever dans un tableau :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varphi_s)$  et  $\cos(\varphi_r)$  pour différentes valeurs de la charge  $R_{\text{charge}}$ .

|                             |  |  |  |
|-----------------------------|--|--|--|
| $R_{\text{charge}}[\Omega]$ |  |  |  |
| $V_r[\text{v}]$             |  |  |  |
| $I_s[\text{A}]$             |  |  |  |
| $I_r[\text{A}]$             |  |  |  |
| $P_s[\text{w}]$             |  |  |  |
| $P_r[\text{w}]$             |  |  |  |
| $Q_s[\text{VAR}]$           |  |  |  |
| $Q_r[\text{VAR}]$           |  |  |  |
| $\text{Cos}(\varphi_s)$     |  |  |  |
| $\text{Cos}(\varphi_r)$     |  |  |  |

Tableau TP1.2



**II.2.2. Charge RL** : Réaliser le montage de la Figure .2. le récepteur c'est une charge RL en série :

-On prend :  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10mH$ ),  $R_{charge} = \text{fixe}$  et  $V_s=\text{fixe}$

-faire varier la charge  $L_{charge}$ .

- Pour chaque variation de  $L_{charge}$ , mesurer les grandeurs suivants :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varphi_s)$ ,  $\cos(\varphi_r)$ .

|            |  |  |  |
|------------|--|--|--|
| Lcharge[H] |  |  |  |
| Vr[v]      |  |  |  |
| Is[A]      |  |  |  |
| Ir[A]      |  |  |  |
| Ps[w]      |  |  |  |
| Pr[w]      |  |  |  |
| Qs[VAR]    |  |  |  |
| Qr[VAR]    |  |  |  |
| Cos(φs)    |  |  |  |
| Cos(φr)    |  |  |  |

Tableau TP1.3

**II.2.3.Charge RC** : Réaliser le montage de la Figure. 2, le récepteur c'est une charge RC en série :

- On prend  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10mH$  ,  $R_{charge}=\text{fixe}$  et  $V_s=\text{fixe}$ ,

- Faire varier la charge  $C_{charge}$ ,

- Relever dans un tableau :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varphi_s)$ ,  $\cos(\varphi_r)$  pour différentes valeurs de  $C_{charge}$ .

|            |  |  |  |
|------------|--|--|--|
| Ccharge[F] |  |  |  |
| Vr[v]      |  |  |  |
| Is[A]      |  |  |  |
| Ir[A]      |  |  |  |
| Ps[w]      |  |  |  |
| Pr[w]      |  |  |  |
| Qs[VAR]    |  |  |  |
| Qr[VAR]    |  |  |  |
| Cos(φs)    |  |  |  |
| Cos(φr)    |  |  |  |

Tableau TP1.4

### III. Travail Demandé :

Préparer un compte rendu de TP, qui contiendra :

- Les points **I, II**,
- Tracer les courbes :  $V_r = f(I_r)$  ;  $\varepsilon = f(I_r)$  ;
- Interpréter les résultats obtenus,
- Expliquer l'influence de différents types de charge sur les grandeurs électriques et les puissances actives et réactives,
- Comment on peut améliorer le rendement de la ligne électrique.
- Donner une conclusion générale de ce TP.

# Réponses

## TP1 Les lignes courtes

## But de TP

- L'étude d'une ligne courte : l'essai en charge ( R, RL et RC).
- L'influence de la charge sur les grandeurs électriques (Tension et courant).

**Question :** Quelle est l'influence de la charge sur les grandeurs électriques, tension et courant ?

## I. Etude Théorique

### I.1. Introduction

A notre époque et sans électricité, la vie quotidienne serait difficilement envisageable, il est donc nécessaire de savoir la produire de manière efficace et continue. Pour répondre à la consommation croissante d'électricité, il a fallu inventer et construire des usines (centrales électriques) capables de produire de l'électricité en grande quantité. Une fois le courant produit, il doit être amené jusqu'au consommateur. Dans un pays, le Transport et la Distribution Publique assurent le transit de l'énergie électrique entre les points de production et les points de consommation. Le but premier d'un réseau d'énergie est de pouvoir alimenter la demande des consommateurs. Dans ce TP on va faire une étude sur les lignes courtes, les lignes courtes : ce sont des lignes dont la longueur est inférieure à 80 km ; L'effet capacitif de la ligne est négligeable. Une ligne courte est représentée par une résistance R mise en série avec une inductance L, pour une phase.

### I.2 schéma équivalent

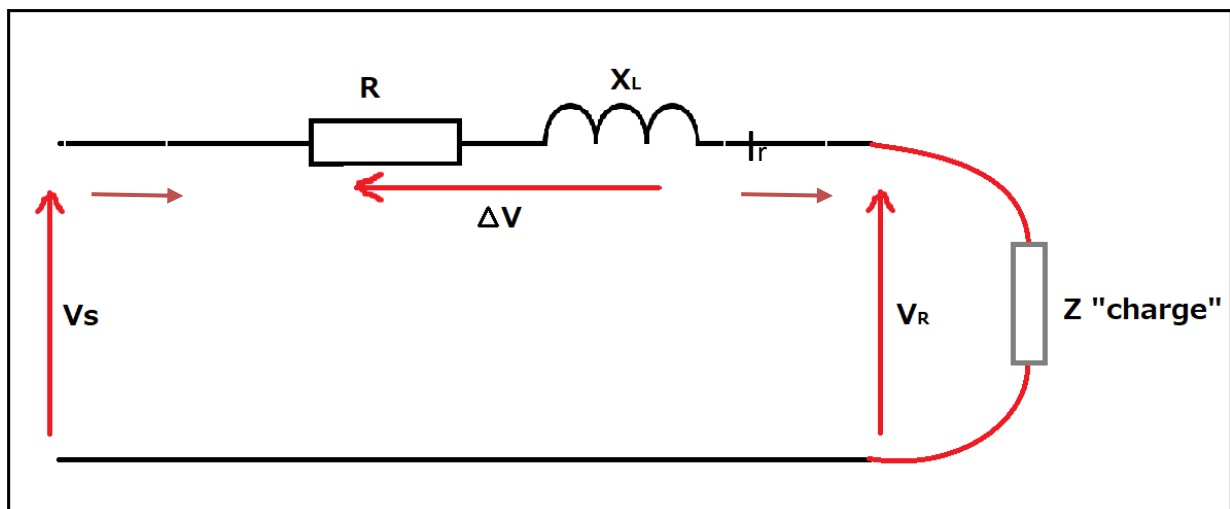


Figure TP1.3. Schéma équivalent d'une phase d'une ligne électrique.



## I.4 Régulation de la tension de la ligne

Pour une tension demandée à la charge, il peut arriver que la tension que doit générer la source soit très élevée (dépendant de la charge). Ceci a pour conséquence de causer une chute de tension élevée dans la ligne. Il est préférable que cette chute de tension ne varie pas plus que +10% de la tension normale d'opération pour que l'isolement de l'équipement dans le réseau ne soit pas soumis à des tensions excessives.

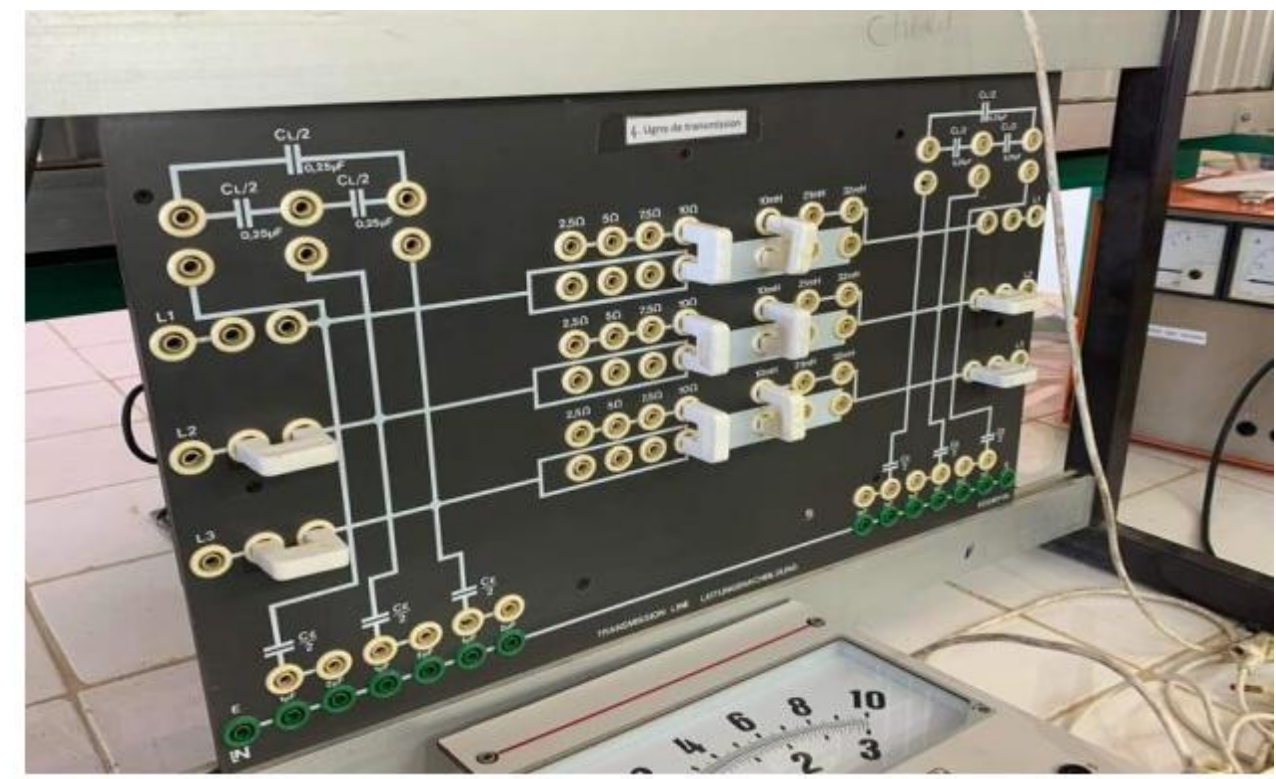
Les causes principales de la chute de tension le long de la ligne sont l'impédance de la ligne et

une charge ayant un facteur de puissance en arrière. Nous définissons la régulation de tension d'une ligne comme suit:

$$\text{Régulation de la tension } \% = \varepsilon = \frac{|V_s| - |V_r|}{|V_r|} \cdot 100$$

## II .Etude Pratique

### II.1. Matériels utilisés



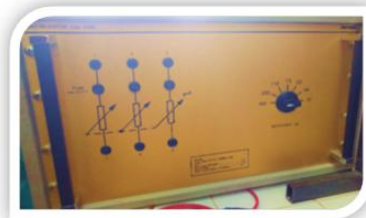
Simulateur d'essai pour une ligne courte



Source de tension triphasée



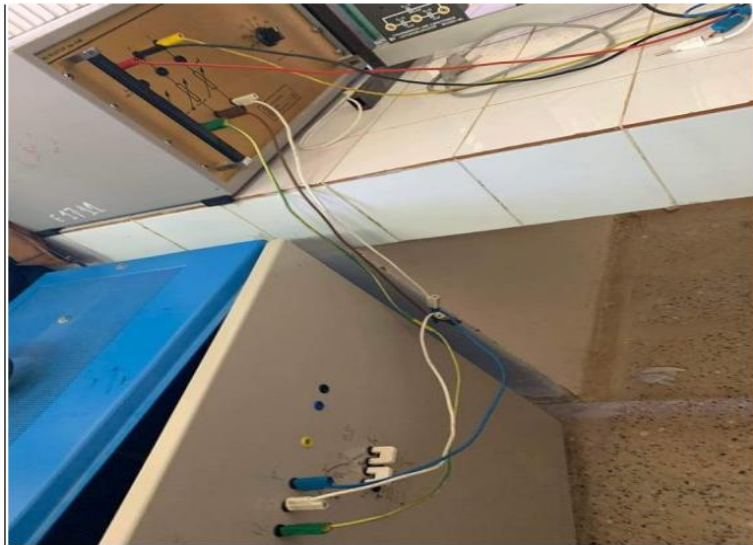
Charge résistive capacitive  
en série triphasée couplée  
en étoile



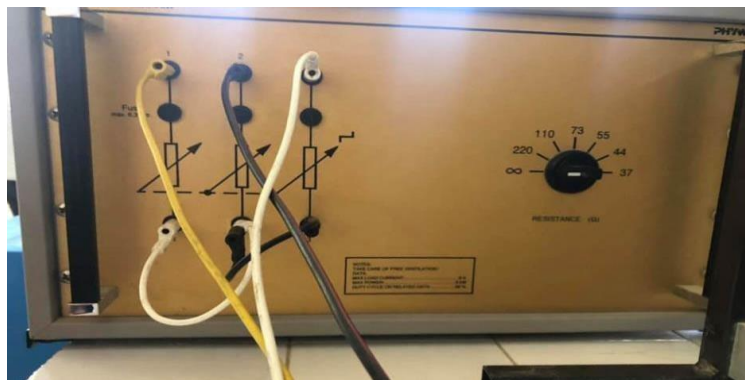
Charge résistive triphasée



Charge inductive triphasée

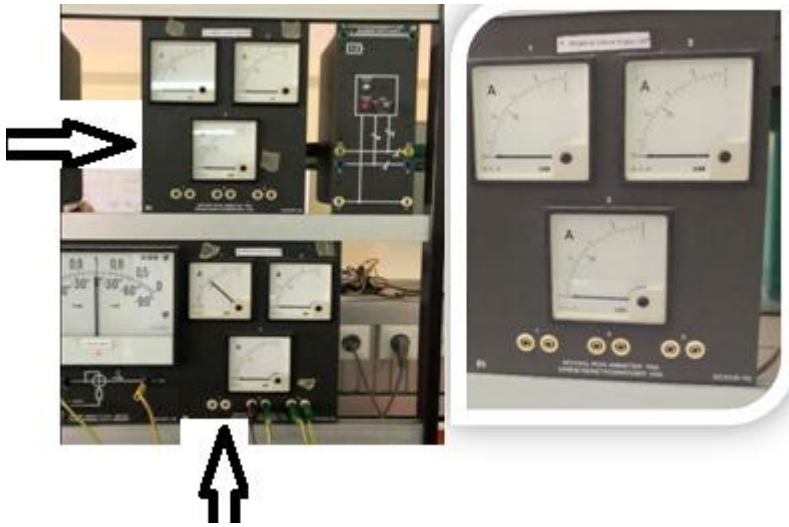


Charge résistive inductive en série triphasée couplée en étoile



Charge résistive triphasée couplée en étoile





Trois ampèremètres



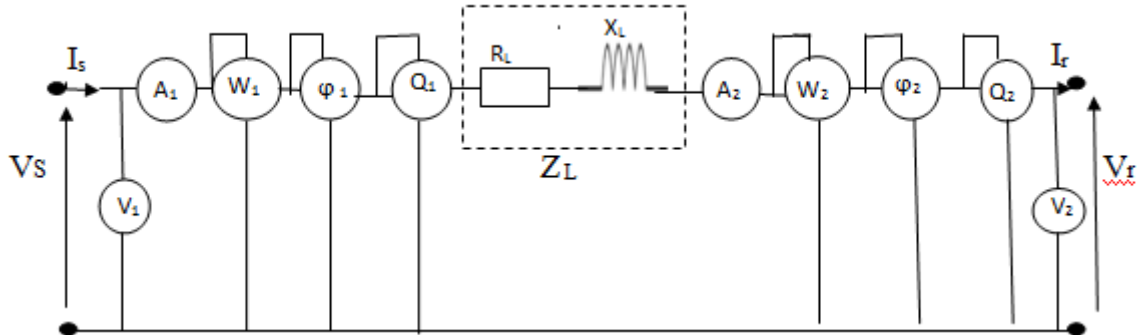
Wattmètre et Phasemètre



Multimètre

## II.2. Essai à vide

On réalise le montage suivant:



On prend :  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10\text{mH}$ ,  $V_s=100\text{ V}$ , puis  $V_s=80\text{V}$ .

-On Releve dans un tableau :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varphi_s)$  et  $\cos(\varphi_r)$ .

|                         |    |     |
|-------------------------|----|-----|
| $V_s[\text{V}]$         | 80 | 100 |
| $V_r[\text{V}]$         | 80 | 100 |
| $I_s[\text{A}]$         | 0  | 0   |
| $I_r[\text{A}]$         | 0  | 0   |
| $P_s[\text{w}]$         | 0  | 0   |
| $P_r[\text{w}]$         | 0  | 0   |
| $Q_s[\text{VAR}]$       | 0  | 0   |
| $Q_r[\text{VAR}]$       | 0  | 0   |
| $\text{Cos}(\varphi_s)$ | 1  | 1   |
| $\text{Cos}(\varphi_r)$ | 1  | 1   |

- Interprétions des résultats obtenus :

Lors d'un essai à vide on n'a pas une charge (on n'a pas un récepteur) donc le circuit il est ouvert alors  $I_r = I_s = I = 0$ . La chute de tension égale à zéro puisque la chute est en fonction de courant de la ligne.

$V_S - \Delta_V - V_R = 0$ , ( $\Delta_V = 0$ ). Ce qui donne  $V_R = V_S$

Tant que on n'a pas une charge les courant sont nulles ce qui donne une puissance active et réactive nulle car la puissance peu n'importe elle dépend du courant

$$P_r = \sqrt{3} \times U_r \times I_r \times \cos \varphi$$

$$Q_r = \sqrt{3} \times U_r \times I_r \times \sin \varphi$$

## II.3 Essai en charge

### II.3.1 Charge 'R'

#### II.3.1.1 l'expérience

On réalise le montage de la figure TP1.2, le récepteur c'est une charge purement résistive :

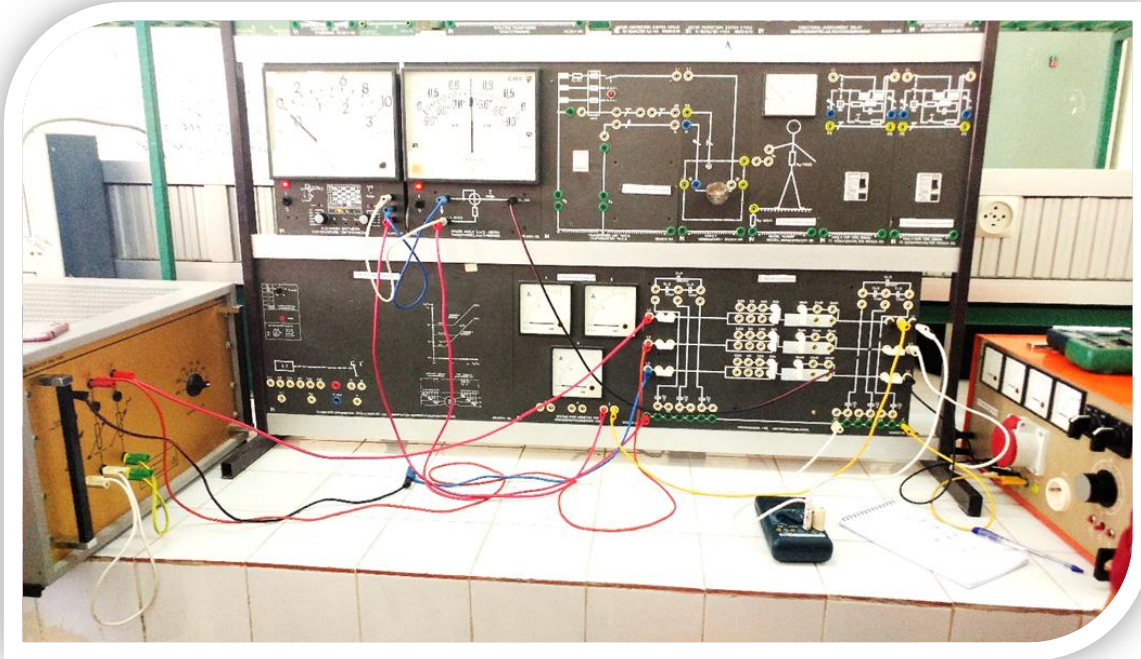


Figure TP1.4 La réalisation de l'installation de figure 1 'charge 'R'

on prend :  $R_L = 10 (\Omega)$  ,  $L_L = 10 (\text{mH})$  et  $V_s = 45 (\text{v})$

- On fait varier la charge **Rcharge**

Nous remplissant le tableau par les valeurs mesurées :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_s$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varnothing_s)$ ,  $\cos(\varnothing_r)$

| Rcharge<br>( $\Omega$ ) | 37   | 54   | 73   | 110  | 220  | $\infty$ |
|-------------------------|------|------|------|------|------|----------|
| $V_r$ [V]               | 29.9 | 33.1 | 34.9 | 37.1 | 40.3 | 45       |
| $I_r$ [A]               | 0.85 | 0.61 | 0.48 | 0.35 | 0.17 | 0        |
| $I_s$ [A]               | 0.84 | 0.60 | 0.47 | 0.35 | 0.17 | 0        |
| $P_s$ [W]               | 37   | 28   | 20   | 14   | 8    | 0        |
| $P_r$ [W]               | 24.8 | 19.7 | 16   | 12   | 7    | 0        |
| $Q_s$ [VAR]             | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0        |
| $Q_r$ [VAR]             | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0        |
| $\cos(\varnothing_s)$   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1        |
| $\cos(\varnothing_r)$   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1        |

Tableau TP1.5 – charge purement résistive

### II.3.1.2 Courbes

$V_r = f(I_r)$ , et Régulation de tension % =  $f(I_r)$

|           |      |      |      |      |      |    |
|-----------|------|------|------|------|------|----|
| $V_r$ [V] | 29.9 | 33.1 | 34.9 | 37.1 | 40.3 | 45 |
| $I_r$ [A] | 0.85 | 0.61 | 0.48 | 0.35 | 0.17 | 0  |

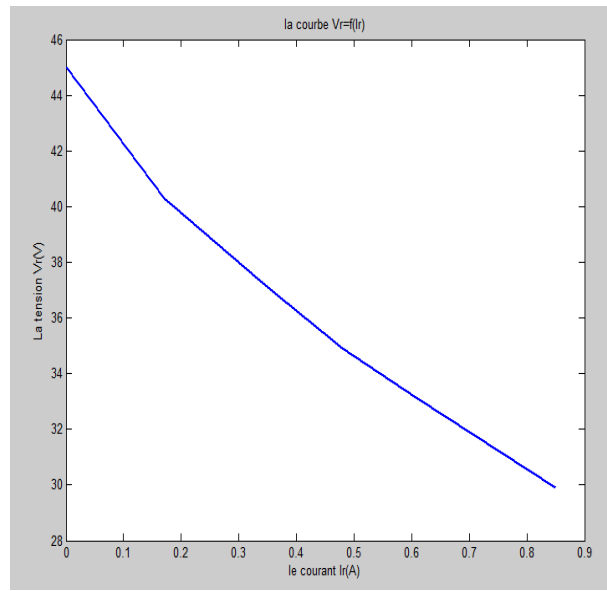


Figure TP1.5. Tension de récepteur en fonction de courant de charge pour une charge résistive

#### Régulation de tension

$$\text{Régulation de tension \%} = \frac{|V_s| - |V_r|}{|V_r|} \cdot 100$$

|                            |        |        |        |        |        |     |
|----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| $\Delta V =  V_s  -  V_r $ | 15.1   | 11.9   | 10.1   | 7.9    | 4.7    | 0   |
| $\epsilon$ (Régulation) %  | 50.50% | 35.95% | 28.93% | 21.29% | 11.66% | 00% |
| $I_r$ (A)                  | 0.85   | 0.61   | 0.48   | 0.35   | 0.17   | 0   |

#### Exemple de calcul

$$\text{Régulation de tension \%} = \frac{|45| - |29.9|}{|29.9|} \cdot 100 = 50.50\%$$

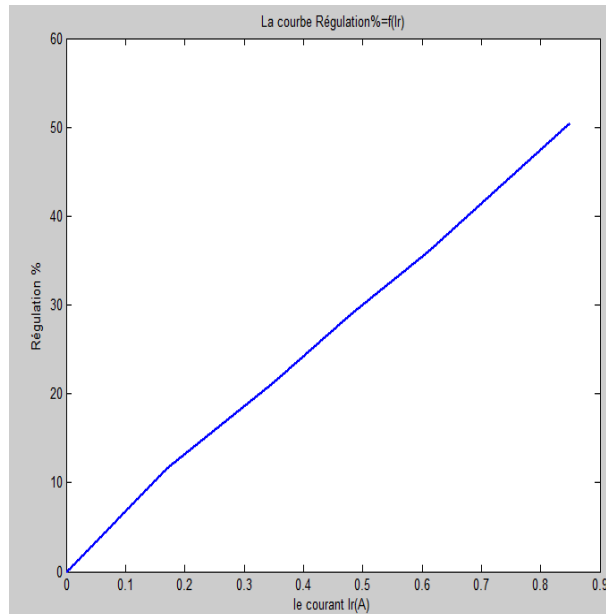


Figure TP1.6. Coefficient de tension en fonction de courant de charge pour une charge résistive

• **Interprétation des résultats :**

Nous remarquons que la tension ( $V_r$ ) entre les deux bornes de la charge ( $R$ ) est augmenté à chaque fois nous augmentons la valeur de la résistance . C'est à cause de sa résistance au courant électrique qu'il traverse. Aussi la puissance active ( $P$ ) a l'origine et a l'extrémité est diminuée quand que nous augmentons la valeur de la résistance, en raison de la diminution du courant  $I$ .

La puissance réactive *est nul cause la nature de la charge résistive* : pour une phase

$$Q = UI \sin(\varnothing) \text{ et } \varnothing = 0^\circ \implies \sin 0 = 0 \text{ alors } Q = 0.$$

- On remarque dans les courbes lorsque on augmente la charge ( $R$ ) le courant ( $I$ ) il diminue, On remarque aussi lorsque la charge  $\rightarrow \infty$  les grandeurs ( $I_s, I_r, P_r, P_s$ )  $\rightarrow 0$  (le cas de circuit ouvert).
- On remarque aussi d'une façon inverse lorsque on diminue la charge ( $R$ ) le courant ( $I$ ) il va s'augmenter, quand le courant augmente les grandeurs ( le rendement et  $\epsilon_r$ ) vont augmenter

**Explication de l'influence de la charge (R) sur les grandeurs électriques**

- Lorsque ( $R$ )  $\rightarrow \infty$  on a :  $V_s = V_r$  , D'après la maille  $V_s = \Delta V + V_r$   
 $(R) \rightarrow \infty \leftrightarrow I = 0$  , lorsque le courant s'annule  $\rightarrow \Delta V = 0$  ( $\Delta V = Z \cdot I$ )

Donc  $V_s = V_r$ .

- Lorsque ( $R$ ) diminue automatiquement ( $I$ ) augmente et ce dernier il provoque une

augmentation sur le niveau de chute tension  $\Delta V$  .

- Des que la chute tension augmente la tension aux bornes de la charge  $V_R$  elle diminue

$$V_r = V_S - \Delta V$$

- On peut déduire directement que la puissance réactive  $Q_R = 0$  parce que la résistance est un élément actif .

- Quand la charge (R) diminue le courant (I) augmente et tant que la puissance active (P) elle dépend le courant I elle va augmenter aussi :  $P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi$

**La régulation** est augmentée a cause de l'augmentation de chute de tension et de courant

## II.3.2 Charge 'RL'

### II.3.2.1 l'expérience

On Réaliser le montage de la figure TP1.2, le récepteur c'est une charge d'une nature inductive :

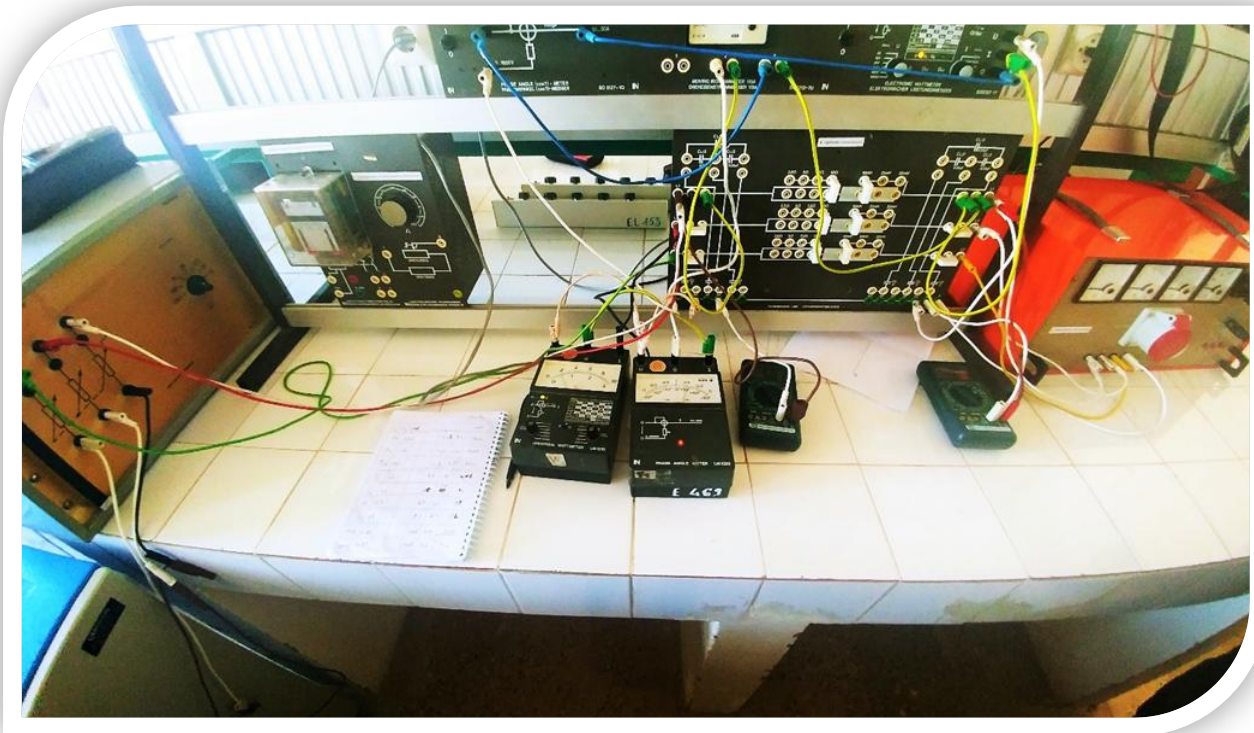


Figure TP1.7 - La réalisation de l'installation de Figure TP1.2 'charge 'RL'

on prend :  $R_L = 10 (\Omega)$  ,  $L_L = 10 (\text{mH})$ ,  $R_{\text{charge}} = 73 (\Omega)$  et  $V_s = 70 (\text{V})$

- On fait varier la charge **Lcharge**
- Nous Mettons dans le tableau les valeurs pour chaque variation :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_s$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varnothing_s)$ ,  $\cos(\varnothing_r)$

| Lcharge<br>[H] | Lmin=<br>0.105 | L2   | L3   | Lmax=0.65 |
|----------------|----------------|------|------|-----------|
| Vr [V]         | 58.1           | 61.2 | 63.0 | 67.7      |
| Ir [A]         | 0.66           | 0.5  | 0.4  | 0.21      |
| Is [A]         | 0.66           | 0.5  | 0.4  | 0.21      |
| Ps [W]         | 42             | 25   | 16   | 6         |
| Pr [W]         | 35             | 20   | 11   | 4         |
| Qs [VAR]       | 22             | 27   | 23   | 15        |
| Qr [VAR]       | 18             | 23   | 23   | 14        |
| cos(Øs)        | 0.88           | 0.68 | 0.55 | 0.33      |
| cos(Ør)        | 0.87           | 0.63 | 0.50 | 0.30      |

Tableau TP1.6– charge d'une nature inductive 'charge RL

### II.3.2.2 courbes :

$V_r = f(I_r)$  et Régulation% =  $f(I_r)$  :

|        |      |      |      |      |
|--------|------|------|------|------|
| Vr [V] | 58.1 | 61.2 | 63.0 | 67.7 |
| Ir [A] | 0.66 | 0.5  | 0.4  | 0.21 |

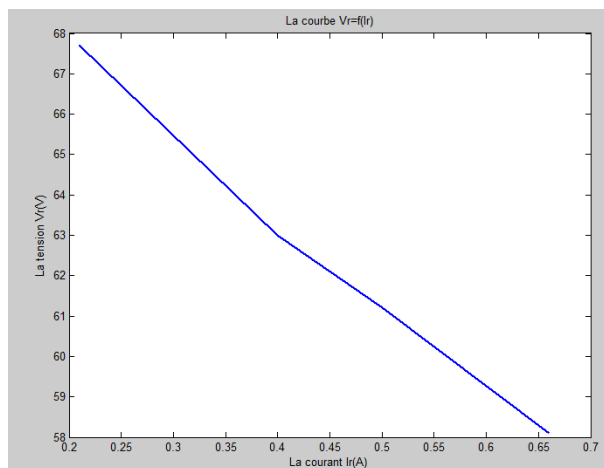


Figure TP1.8. Tension de récepteur en fonction de courant de charge pour une charge RL en série

## Régulation de tension

$$\text{Régulation}\% = \frac{|V_s| - |V_r|}{|V_r|} \cdot 100$$

| $\Delta V =  V_s  -  V_r $         | 12     | 8.8    | 7      | 2.3  |
|------------------------------------|--------|--------|--------|------|
| $\varepsilon(\text{Régulation})\%$ | 20.65% | 14.37% | 11.11% | 03%  |
| $I_r$                              | 0.66   | 0.5    | 0.4    | 0.21 |

Exemple de calcul :

$$\text{Régulation}\% = \frac{|70| - |58.1|}{|58.1|} \cdot 100 = 20.65\%$$

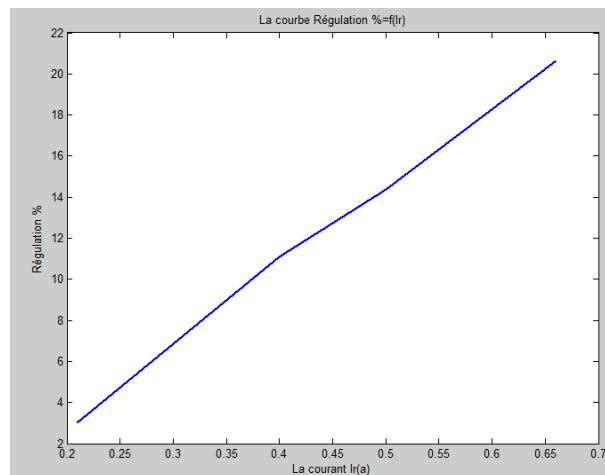


Figure TP1.9 Coefficient de tension en fonction de courant de charge pour une charge RL en série

### • Interprétation des résultats :

Nous remarquons que la Tension ( $V_r$ ) entre les bornes de la charge (RL) est augmenté à chaque fois nous augmentons la valeur de l'inductance . cause de sa résistance au courant électrique qu'il traverse *car* :

$$V = Z I \quad / \quad |Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} \text{ .)}$$

la puissance réactive est positive car dans ce cas la charge 'RL' le courant est en arrière de la tension .

pour une phase  $Q = U I \sin(\varnothing)$  et  $\varnothing > 0^\circ \implies \sin \varnothing > 0$



### II.3.3 Charge 'RC'

#### II.3.3.1 L'expérience :

On réalise le montage de la figure TP1.2, le récepteur c'est une charge d'une nature capacitive .  
 on prend :  $R_L = 10 (\Omega)$  ,  $L_L = 10 (\text{mH})$ ,  $R_{\text{charge}} = 73 (\Omega)$  et  $V_s = 80 (\text{V})$

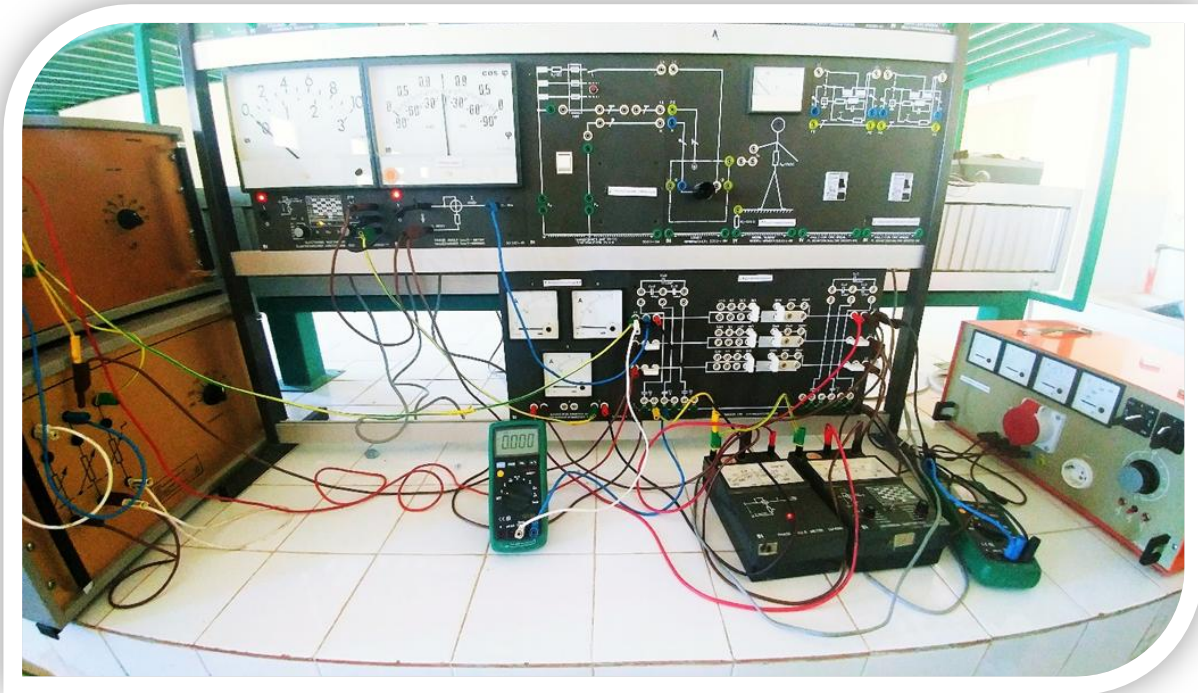


Figure TP1.10 réalisation de l'installation de figure TP1.2 'charge 'RC'

- On fait varier la charge **Ccharge**
- Nous Mettons dans le tableau les valeurs pour chaque variation :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_s$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varnothing_s)$ ,  $\cos(\varnothing_r)$ ,  $(\varnothing_s)$  et  $(\varnothing_r)$ .

| Ccharge               | 12    | 24    | 36    |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| $V_r$ [V]             | 78    | 75    | 73    |
| $I_r$ [A]             | 0.42  | 0.52  | 0.54  |
| $I_s$ [A]             | 0.42  | 0.52  | 0.54  |
| $P_s$ [W]             | 25    | 35    | 40    |
| $P_r$ [W]             | 22    | 30    | 35    |
| $Q_s$ [VAR]           | -24   | -22   | -18   |
| $Q_r$ [VAR]           | -26   | -24   | -20   |
| $\cos(\varnothing_s)$ | -0.74 | -0.83 | -0.88 |
| $\cos(\varnothing_r)$ | -0.6  | -0.7  | -0.8  |
| $(\varnothing_s)$     | -43   | -33   | -27   |
| $(\varnothing_r)$     | -49   | -41   | -36   |

Tableau TP1.7 charge d'une nature capacitive 'charge RC.

### II.3.3.2 Courbes

$V_r = f(I_r)$  ,  $P_r = f(I_r)$  et  $\text{Régulation}\% = f(I_r)$  :

|           |      |      |      |
|-----------|------|------|------|
| $V_r$ [V] | 78   | 75   | 73   |
| $I_r$ [A] | 0.42 | 0.52 | 0.54 |

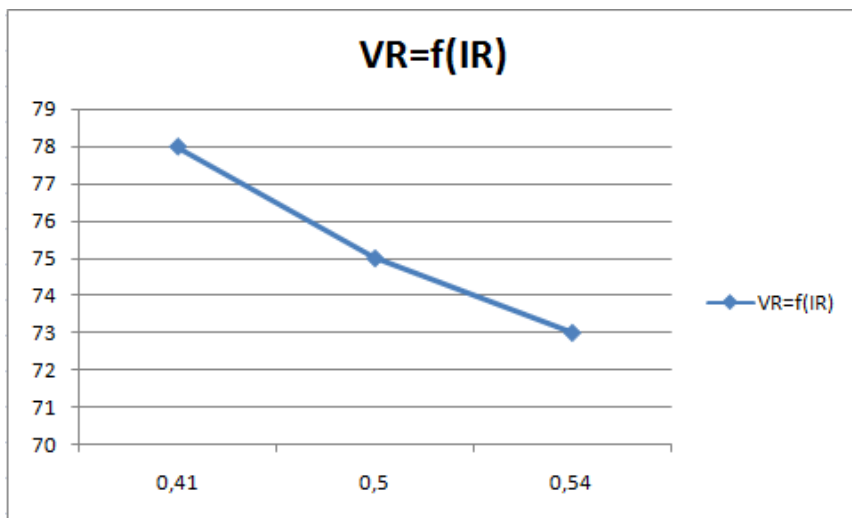


Figure TP1.11. Tension de récepteur en fonction de courant de charge pour une charge RC en série

#### Régulation de tension

|                                    |       |       |       |
|------------------------------------|-------|-------|-------|
| $\varepsilon(\text{Régulation})\%$ | 2.54% | 6.66% | 9.58% |
| $I_r$                              | 0.41  | 0.52  | 0.54  |

Exemple de calcul :

$$\text{Régulation}\% = \frac{|80| - |78|}{|78|} \cdot 100 = 2.56\%$$

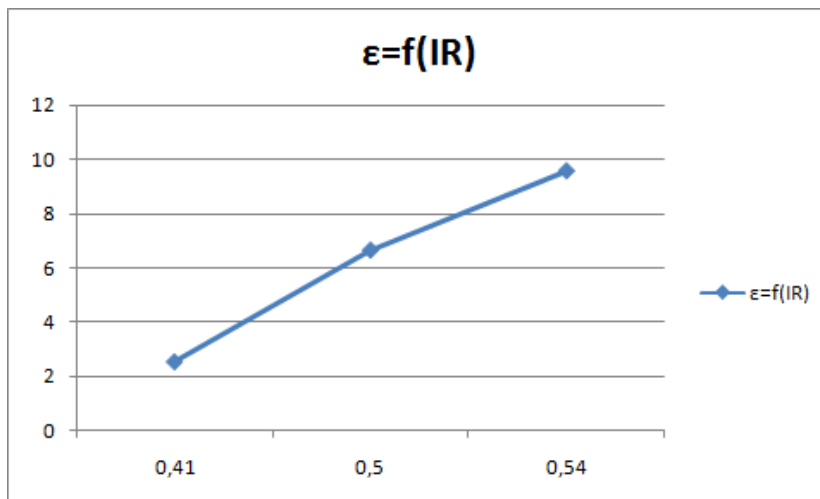


Figure TP1.12 Coefficient de tension en fonction de courant de charge pour une charge RC en série

• **Interprétation des résultats**

- On remarque lorsque on diminue la charge ( $Z_{RC}$ ) le courant (I) il va s'augmenter, quand le courant augmente les grandeur ( le rendement ,  $\epsilon$ ,) vont augmenter .
- On peut dire aussi lorsque on diminue la charge ( $Z_{RC}$ ) courant (I)augmente donc la tension va diminuer (  $V_r$ )

**Explication de l'influence de la charge (RC) sur les grandeurs électriques**

- Lorsque ( $Z_{RC}$ ) diminue automatiquement (I) augmente et ce dernier ilprovoque une augmentation sur le niveau de chute tension  $\Delta V$ .
- Des que la chute tension augmente la tension aux bornes de la charge  $V_r$  elle diminue  $V_r = V_S - \Delta V$

On remarque que la puissance réactive ( $Q_r$  ou  $Q_s$ ) est négative parce que le comportement de la charge a un effet capacitive

### III. conclusion général :

- Nous concluons que pour obtenir une tension et un courant électrique parfaits dans l'extrémité, nous devons diminuer la puissance réactive afin d'améliorer le facteur de puissance. Et nous avons vu dans ce TP que l'addition de la capacité fait améliorer la tension et améliorer le facteur de puissance.

- un bon facteur de puissance a une importance fondamentale pour obtenir le meilleur rendement d'une installation. donc il faut savoir améliorer ce facteur, Le but est d'améliorer le facteur de puissance en améliorant le  $\cos \varphi$ . Amélioration de  $\cos \varphi$  signifie en fait, qu'on va améliorer l'angle de déphasage Ceci veut dire qu'un élément qui déplace le courant avec une certaine phase doit être compensé avec un autre élément avec une contre-phase. Le courant court devant la tension avec un condensateur et avec une bobine c'est la situation inverse. Donc ces deux éléments peuvent se compenser l'un l'autre. Le condensateur va compenser une bobine en phase et vice-versa, Le condensateur va prendre du courant quand la bobine va arrêter ce courant. Pendant la phase suivante le condensateur va décharger et la bobine a besoin de ce courant pour construire son champ magnétique. Un consommateur a besoin d'une puissance active mais dans ce circuit il y a trop de puissance réactive. Qu'est ce qu'il faut faire pour compenser cette puissance réactive va Brancher un élément dans ce circuit qui va compenser cette puissance réactive.



## TPN°02 : Les Lignes Moyennes

### I. But de TP :

- L'étude d'une ligne moyenne : l'essai à vide et l'essai en charge ( $R, R_L$  et  $RC$ ).
- L'influence de la charge sur les grandeurs électrique (tension et courant).

### II. Etude Pratique :

#### II.1. Essai à vide :

Réaliser le montage suivant :

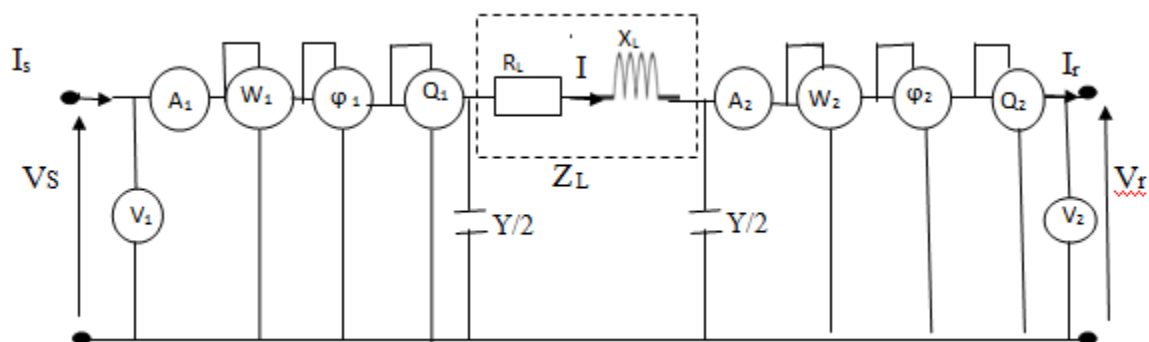


Figure TP2.1

On prend :  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10(\text{mH})$  ;  $C_E/2 = 1\mu\text{F}$ ;  $Y=C_E.w/2$  Vs fixe

-Relever dans un tableau :  $I_s$  ,  $I_r$  ,  $V_r$  ,  $P_s$  ,  $P_r$  ,  $Q_s$  ,  $Q_r$  ,  $\cos(\varphi_s)$  et  $\cos(\varphi_r)$ .

|                         |    |     |
|-------------------------|----|-----|
| $V_s[\text{V}]$         | 80 | 100 |
| $V_r[\text{V}]$         |    |     |
| $I_s[\text{A}]$         |    |     |
| $I_r[\text{A}]$         |    |     |
| $P_s[\text{w}]$         |    |     |
| $P_r[\text{w}]$         |    |     |
| $Q_s[\text{VAR}]$       |    |     |
| $Q_r[\text{VAR}]$       |    |     |
| $\text{Cos}(\varphi_s)$ |    |     |
| $\text{Cos}(\varphi_r)$ |    |     |

Tableau TP2.1

## II.2. Essai en charge :

II.2.1. Charge R : Réaliser le montage suivant, le récepteur c'est une charge purement résistive :

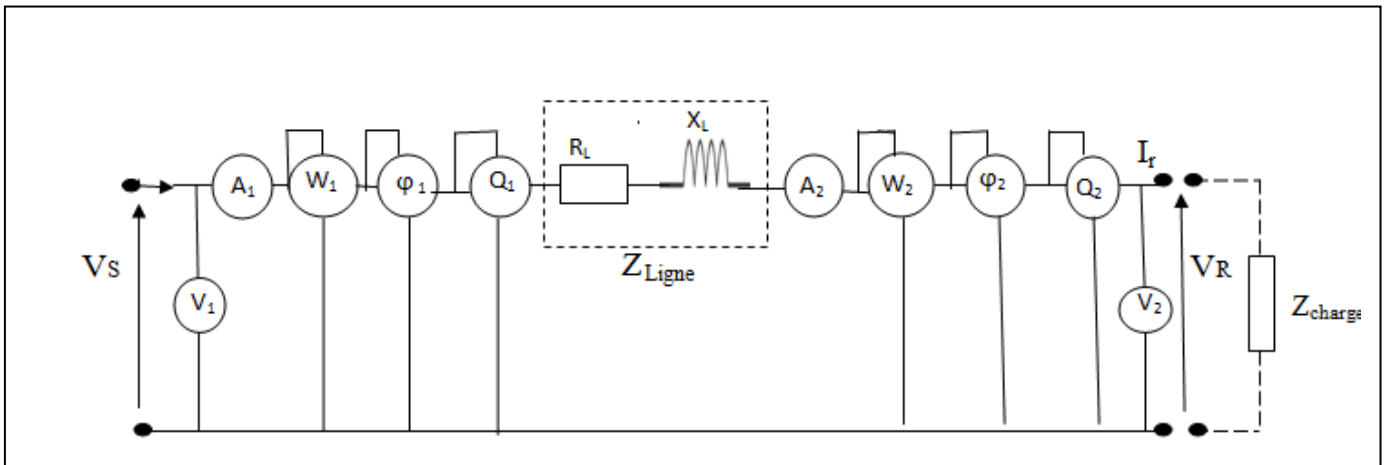


Figure TP.2.2

On prend :  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L=10(\text{mH})$ ,  $C_E/2 = 1\mu\text{F}$ ;  $Y=C_E.w/2$ ,  $V_S=80(\text{V})$ .

-Faire varier la charge  $R_{\text{charge}}$ ,

-Relever dans un tableau :  $I_S, I_r, V_r, P_s, P_r, Q_s, Q_r, \cos(\varphi_s), \cos(\varphi_r)$  pour différentes valeurs de la charge  $R_{\text{charge}}$ .

| $R_{\text{charge}}[\Omega]$ | 220 | 110 | 73 |
|-----------------------------|-----|-----|----|
| $V_r[\text{v}]$             |     |     |    |
| $I_s[\text{A}]$             |     |     |    |
| $I_r[\text{A}]$             |     |     |    |
| $P_s[\text{w}]$             |     |     |    |
| $P_r[\text{w}]$             |     |     |    |
| $Q_s[\text{VAR}]$           |     |     |    |
| $Q_r[\text{VAR}]$           |     |     |    |
| $\text{Cos}(\varphi_s)$     |     |     |    |
| $\text{Cos}(\varphi_r)$     |     |     |    |

Tableau TP2.2

**II.2.2. Charge RL** : Réaliser le montage de la Figure TP2.2 ,le récepteur c'est une charge inductive :

-On prend :  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10(\text{mH})$ ,  $C_E/2 = 1\mu\text{F}$ ;  $Y=C_E.w/2$  ;  $R_{\text{charge}} = \text{fixe}$  et  $V_s=80\text{V}$

- faire varier la charge  $L_{\text{charge}}$ . Pour chaque variation de  $L_{\text{charge}}$ , mesurer les grandeurs suivants :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varphi_s)$ ,  $\cos(\varphi_r)$ .

| $L_{\text{charge}}[\text{H}]$ | $L_{\text{max}}$ | $L_2$ | $l_{\text{min}}$ |
|-------------------------------|------------------|-------|------------------|
| $V_r[\text{v}]$               |                  |       |                  |
| $I_s[\text{A}]$               |                  |       |                  |
| $I_r[\text{A}]$               |                  |       |                  |
| $P_s[\text{w}]$               |                  |       |                  |
| $P_r[\text{w}]$               |                  |       |                  |
| $Q_s[\text{VAR}]$             |                  |       |                  |
| $Q_r[\text{VAR}]$             |                  |       |                  |
| $\cos(\varphi_s)$             |                  |       |                  |
| $\cos(\varphi_r)$             |                  |       |                  |

Tableau TP2.3

**II.2.3. Charge RC** : Réaliser le montage de la Figure.TP 2.2, le récepteur c'est une charge RC en série :

- On prend  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10\text{mH}$  ,  $C_E/2 = 1\mu\text{F}$ ;  $Y=C_E.w/2$  ;  $R_{\text{charge}}=\text{fixe}$  et  $V_s=80\text{ V}$ ,

- Faire varier la charge  $C_{\text{charge}}$ ,

- Relever dans un tableau :  $I_s$ ,  $I_r$ ,  $V_r$ ,  $P_s$ ,  $P_r$ ,  $Q_s$ ,  $Q_r$ ,  $\cos(\varphi_s)$ ,  $\cos(\varphi_r)$  pour différentes valeurs de  $C_{\text{charge}}$ .

|                               |  |  |  |
|-------------------------------|--|--|--|
| $C_{\text{charge}}[\text{F}]$ |  |  |  |
| $V_r[\text{v}]$               |  |  |  |
| $I_s[\text{A}]$               |  |  |  |
| $I_r[\text{A}]$               |  |  |  |
| $P_s[\text{w}]$               |  |  |  |
| $P_r[\text{w}]$               |  |  |  |
| $Q_s[\text{VAR}]$             |  |  |  |
| $Q_r[\text{VAR}]$             |  |  |  |
| $\cos(\varphi_s)$             |  |  |  |
| $\cos(\varphi_r)$             |  |  |  |

Tableau TP2.4

### III. Travail Demandé :

Préparer un compte rendu de TP, qui contiendra :

- Les points **I, II**,
- Tracer les courbes :  $V_R = f(I_R)$ ,
- Interpréter les résultats obtenus,
- Expliquer l'influence de différents types de charge sur les grandeurs électriques et les puissances actives et réactives,
- Quel est l'origine du courant dans le cas à vide.
- Que représentent les capacités  $C_E, C_L$
- Donner une conclusion générale de ce TP.





## II. Etude pratique

On réalisons le montage d'une ligne de transmission moyenne (figure TP2.1) alimente une charge de déférente nature à chaque fois .

- A vide ( on utilise la résistance de grand valeur  $\infty$  )
- Charge purement résistive **R** ( résistance **R** variable )
- Charge de nature inductive **RL** ( bobine (**L**) variable)
- Charge de nature capacitive **RC** ( condensateur (**C**) variable)

Ensuite on prendrons les valeurs suivants :

$I_s$  ( courant à l'origine de ligne )

$I_r$  ( courant à l'extrémité de ligne )

$V_r$  ( la tension aux bornes de la charge )

$P_s$  ( la puissance active dans l'origine )

$P_r$  ( la puissance active dans l'extrémité )

$Q_s$  ( la puissance réactive dans la l'origine )

$Q_r$  ( la puissance réactive dans l'extrémité )

$\varnothing_s$  ( l'angle de déphasage l'origine )

$\varnothing_r$  ( l'angle de déphasage l'extrémité )

### II .1 Schémas du l'expérience :

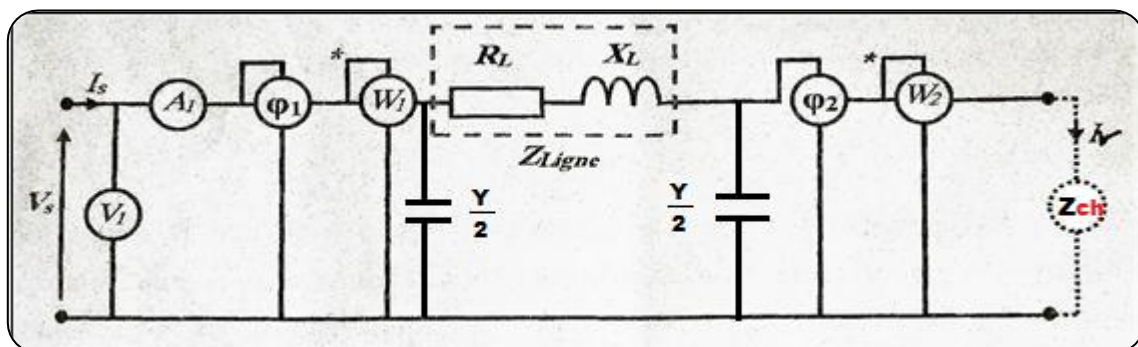
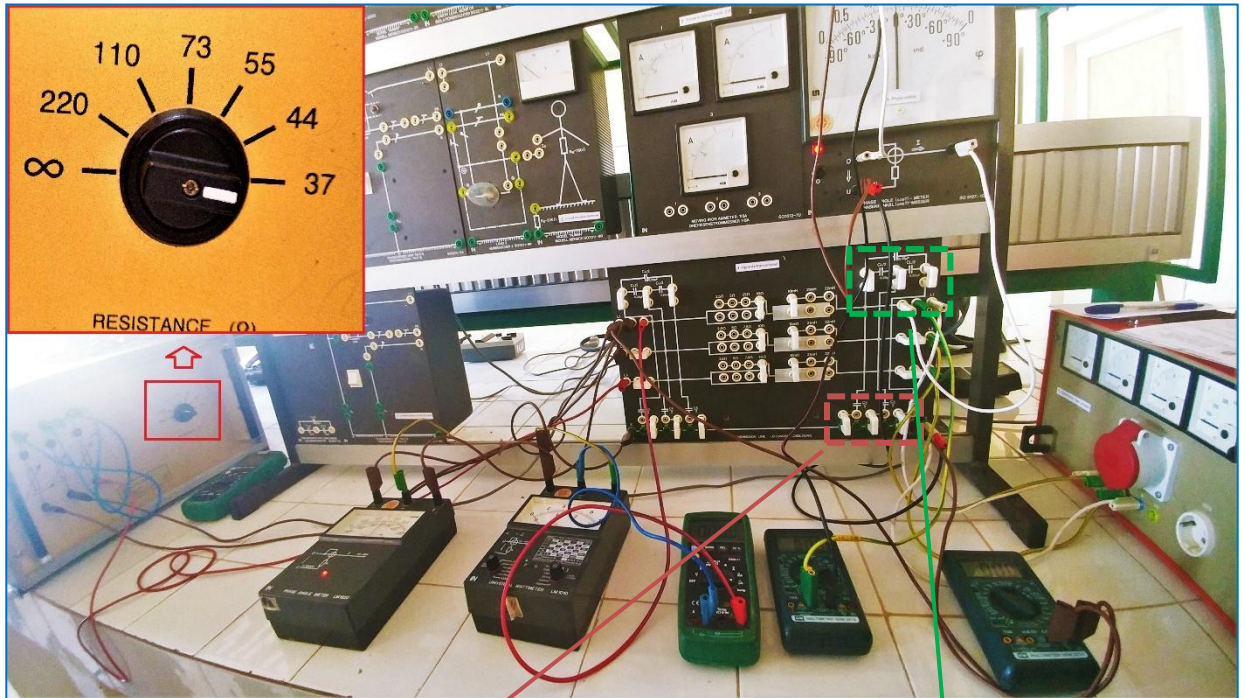


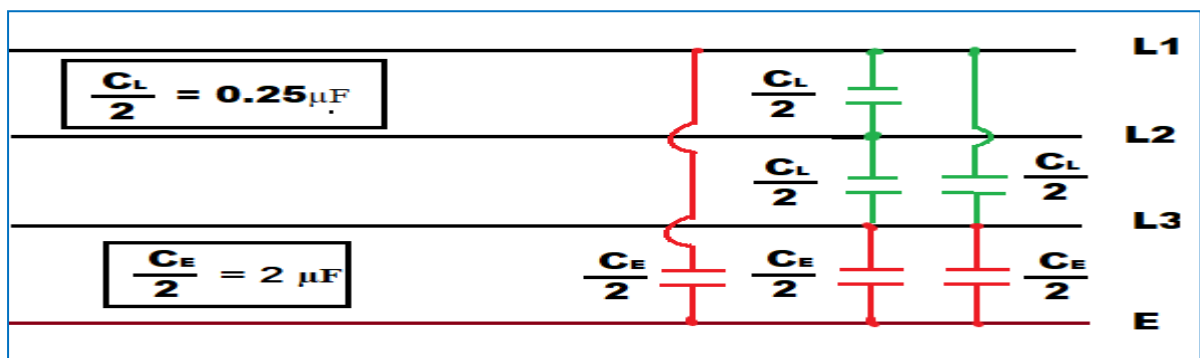
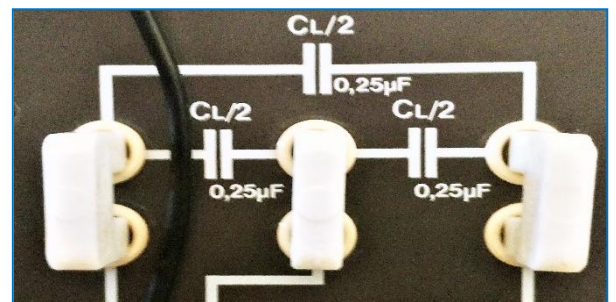
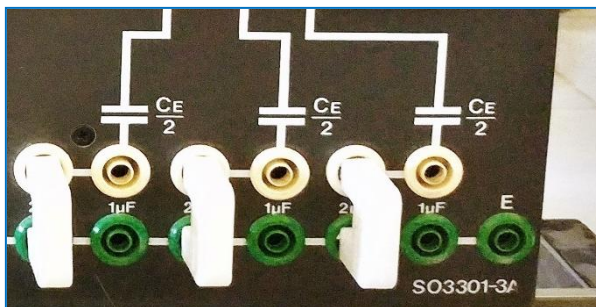
Figure TP 2.5.

## II.2. L'essai à vide, l'essai en charge R

On réalisons le montage (on utilise résistance de grand valeur pour l'essai à vide )



$C_E$  est la capacités entre phase et la terre



- $C_E/2 = 2 \mu\text{F} \rightarrow C_E = 4 \mu\text{F}$ .
- $R_L = 10 \Omega$  ;  $L_L = 10 \text{ mH}$  ;  $V_S = 40 \text{ V}$  et ( $V_S = 107.2 \text{ V}$  pour l'essai à vide).
- Les valeurs obtenues, dans ce tableau

| $R_{\text{Charge}}[\Omega]$ | 37   | 54   | 73   | 110   | 220   | $\infty$            |
|-----------------------------|------|------|------|-------|-------|---------------------|
| $V_r$ [V]                   | 27.9 | 29.5 | 31.4 | 37.0  | 38.4  | 108.0               |
| $I_S$ [A]                   | 0.63 | 0.53 | 0.41 | 0.29  | 0.18  | 0.1786              |
| $I_r$ [A]                   | 0.64 | 0.53 | 0.41 | 0.25  | 0.20  | $0.2 \cdot 10^{-6}$ |
| $P_S$ [W]                   | 24.0 | 19.0 | 16.0 | 09.0  | 04.0  | $\approx 0$         |
| $P_r$ [W]                   | 06.2 | 05.5 | 04.5 | 02.7  | 01.7  | $\approx 0$         |
| $Q_S$ [VAR]                 | 2    | 0    | -1   | -06.0 | -04.8 | -19                 |
| $Q_r$ [VAR]                 | 0    | 0    | 0    | -01.6 | -0.90 | $\approx 0$         |
| $\varnothing_S$ [°]         | 1    | 0    | -5   | -37   | -42   | -80                 |
| $\varnothing_r$ [°]         | 0    | 0    | 0    | -38   | -34   | $\approx 0$         |

## II.2.1. Interprétation les résultats obtenus

### L'essai à vide

| Les valeur obtenus          |                   | Interprétation  |
|-----------------------------|-------------------|---|
| $V_r$                       | 108 V             | La tension sur le récepteur plus grand à la l'origine 108 V > 107.2 V ,ce qui implique qu' il y a une deuxième source de tension , il est représenté par 'une capacité'                   |
| $I_S$                       | 0.1786 A          | Le courant est très faible c'est l'essai à vide .   |
| $I_r$                       | 0.2 $\mu\text{A}$ | Normalement $I_r = 0$ , mais car il y a une deuxième source de tension, alors il y a un mouvement des électrons donc il y a une courant (très faible = 0.2 $\mu\text{A}$ ) à l'extrémité. |
| $Q_S$                       | -19 VAR           | Normalement $Q_S > 0$ , parce que il y a pas une charge, mais on obtenus un valeur négative alors, c'est l'effet de 'la capacité' de la ligne moyenne.                                    |
| $\varnothing_S$             | -80°              | L'angle de déphasage est négative ya un effet capacitif de la ligne.  |
| $P_R ; P_S ; \varnothing_r$ | $\approx 0$       | Parce que le courant $I_S$ est très faible et $I_r \approx 0$ .   |

## L'essai en charge R

| Les valeur obtenus |                                   | Interprétation   |
|--------------------|-----------------------------------|--|
| $V_r$              |                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La tension est croissant de 27.9 V à 38V. car nous on augmentons la résistance et <math>V_R = R_{ch} \cdot I_R</math>.</li> <li>• <math>V_R &lt; V_s</math> car il y a une chute de tension <math>\Delta V = Z \cdot I</math>.</li> </ul> |
| $I_r ; I_s$        |                                   | Les courants $I_R \neq I_s$  |
| $P_s ; P_r$        | ↘                                 | La tension est diminué alors la puissance active est décroissante.   |
| $Q_s ; Q_r$        | Indice (-)<br>début de $73\Omega$ | C'est l'effet de la capacitif de la ligne.   |
| $\phi_s ; \phi_r$  | Indice (-)<br>début de $73\Omega$ | L'angle de déphasage est négative parce que la charge est de nature capacitive à partie du valeur $73\Omega$ C'est l'effet de la capacitif de la ligne. .  |

### II.2.2 l'influence de la charge R sur les grandeur électriques et les puissances

L'augmentation de la charges R va diminuer le courant et augmente la tension à la l'extrémité de la ligne. Donc, il va diminuer le valeur de le puissance P.

### II.2.3 le coefficient de régulation de la tension

$$\varepsilon \% = \frac{V_s - V_r}{V_r} \cdot 100$$

$$\text{Ex : } \varepsilon \% = \frac{40 - 27.9}{27.9} \cdot 100 = 43.36 \%$$

|                   |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\varepsilon$ [%] | 43.36 | 35.59 | 27.38 | 08.10 | 04.16 |
| $V_r$ [V]         | 27.9  | 29.5  | 31.4  | 37.0  | 38.4  |
| $I_r$ [A]         | 0.64  | 0.53  | 0.41  | 0.25  | 0.20  |

## II.2.4 Le rendement de la ligne

|            |       |       |       |      |      |
|------------|-------|-------|-------|------|------|
| $P_S$ [W]  | 24.0  | 19.0  | 16.0  | 09.0 | 04.0 |
| $P_R$ [W]  | 06.2  | 05.5  | 04.5  | 02.7 | 01.7 |
| $\eta$ [%] | 25.83 | 28.94 | 28.12 | 30   | 42.5 |

## II.2.5 Le traçage de $V_r = f(I_r)$

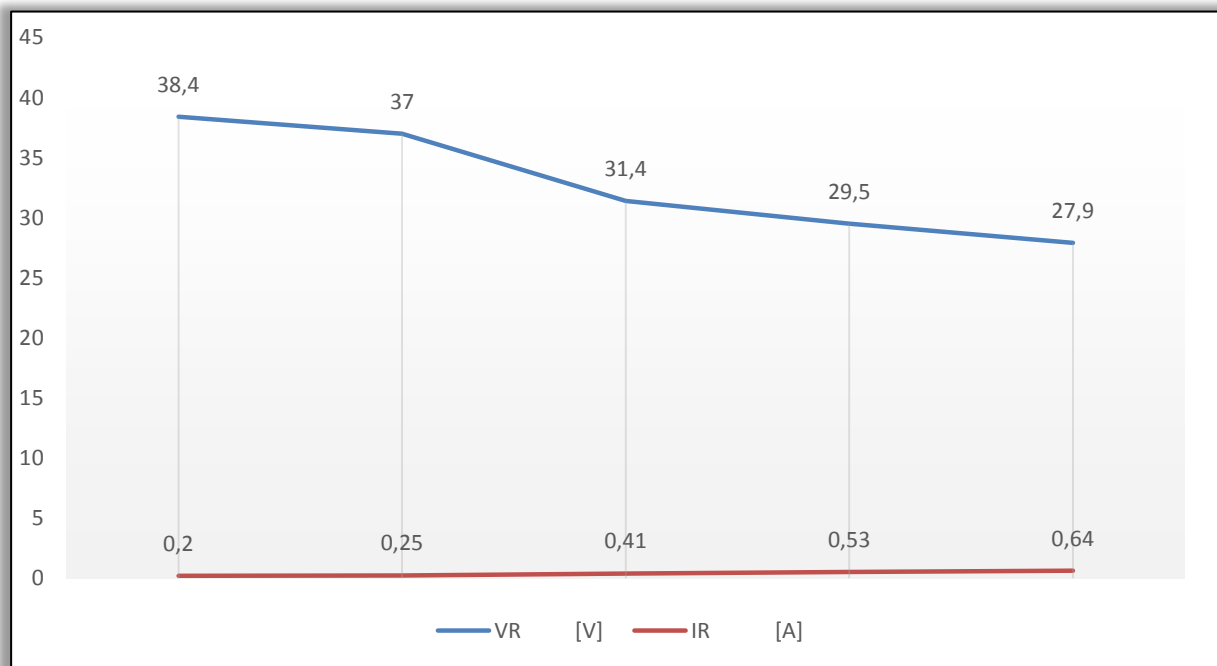


Figure TP 2.6  $V_r = f(I_r)$  pour une charge R

### II.3. l'essai en charge RL

Le récepteur c'est une charge de nature inductive






- Les valeurs obtenues, dans le tableau .

| $L_{Charge}$ [H]    | 0.105 | L2   | L3   | 0.65 |
|---------------------|-------|------|------|------|
| $V_R$ [V]           | 57.4  | 64.1 | 65.6 | 67.4 |
| $I_S$ [A]           | 0.63  | 0.25 | 0.18 | 0.10 |
| $I_R$ [A]           | 0.65  | 0.35 | 0.27 | 0.20 |
| $P_S$ [W]           | 40    | 11   | 7.5  | 04   |
| $P_R$ [W]           | 35    | 10   | 07   | 04   |
| $Q_S$ [VAR]         | +12   | +12  | +9.5 | +4.3 |
| $Q_R$ [VAR]         | +20   | +17  | +16  | +13  |
| $\varnothing_S$ [°] | +18   | +50  | +53  | +58  |
| $\varnothing_R$ [°] | +26   | +62  | +63  | +65  |

- $C_L/2 = 0.25 \mu F \rightarrow C_L = 0.5 \mu F$  .
- $C_E/2 = 2 \mu F \rightarrow C_E = 4 \mu F$  .
- $R_L = 10 \Omega$  ;
- $L_L = 10 \text{ mH}$  ;
- $R_{ch} = 73 \Omega$
- $V_S = 70 \text{ V}$

### II.3.1 Interprétation les résultats obtenus

| Les valeur obtenus |   | Interprétation  |
|--------------------|---|---|
| $V_R$              |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La tension est croissante de 57.4 V à 67.4V. car nous augmentons l'impédance : <math>V_r = Z_{ch}.I_r</math>.</li> <li>• <math>V_R &lt; V_S</math> car il y a une chute de tension <math>\Delta V = Z.I</math>.</li> </ul> |
| $I_R ; I_S$        |  | Le courant ( $I_r$ ) est augment, à chaque fois nous diminuant l'inductance .   |
| $P_S ; P_R$        |  | puissance active est ( $P_r$ ) presque égale à ( $P_S$ ), car le courant est diminuée.  |
| $Q_S ; Q_R$        | Indice (+)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• parce que la charge est de nature inductive .</li> </ul>   |
| $\phi_S ; \phi_R$  | Indice (+)  | L'angle de déphasage est positif parce que la puissance est inductive.  |

### II.3.2. l'influence de la charge RL sur les grandeurs électriques et les puissances

L'augmentation de l'inductance L de la bobine, il va augmenter la chute tension  $\Delta V = Z_L.I$  de la ligne , ( talque  $Z = \sqrt{(R^2) + (XL^2)}$  ; I le courant que travers Z est alors diminuée ;Donc, il va diminuer le valeur de le puissance P 12 W  $\rightarrow$  4.3 W, et la puissance réactive 16 VAR  $\rightarrow$  13 VAR .

### II.3.3 le coefficient de régulation de la tension

$$\varepsilon \% = \frac{V_S - V_r}{V_r} \cdot 100$$

$$\text{Ex : } \varepsilon \% = \frac{70 - 57.4}{57.4} \cdot 100 = 21.95 \%$$

|               |     |       |      |      |      |
|---------------|-----|-------|------|------|------|
| $\varepsilon$ | [%] | 21.95 | 9.20 | 6.70 | 3.85 |
| $V_R$         | [V] | 57.4  | 64.1 | 65.6 | 67.4 |
| $I_R$         | [A] | 0.65  | 0.35 | 0.27 | 0.20 |



### II.3.4 Le rendement de la ligne

|            |       |       |       |     |
|------------|-------|-------|-------|-----|
| $\eta$ [%] | 87.50 | 90.90 | 93.30 | 100 |
| $P_S$ [W]  | 40    | 11    | 7.5   | 04  |
| $P_R$ [W]  | 35    | 10    | 07    | 04  |

### II.3.5 Le traçage de $V_r = f(I_r)$

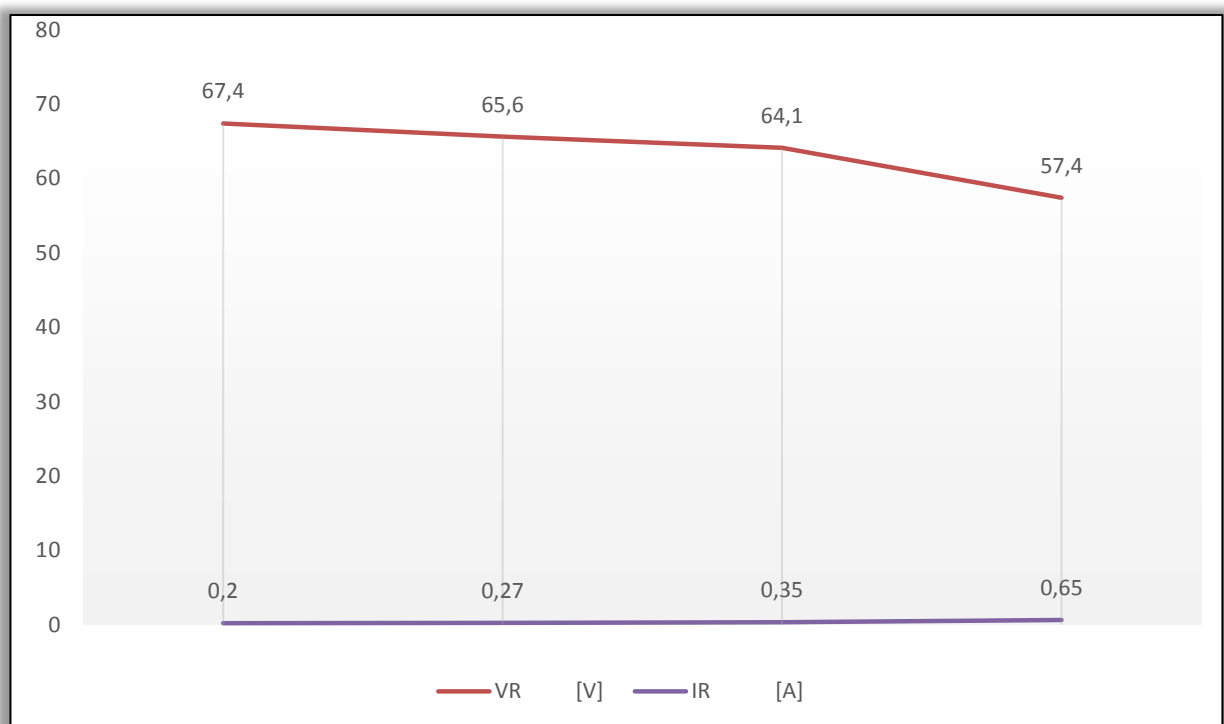
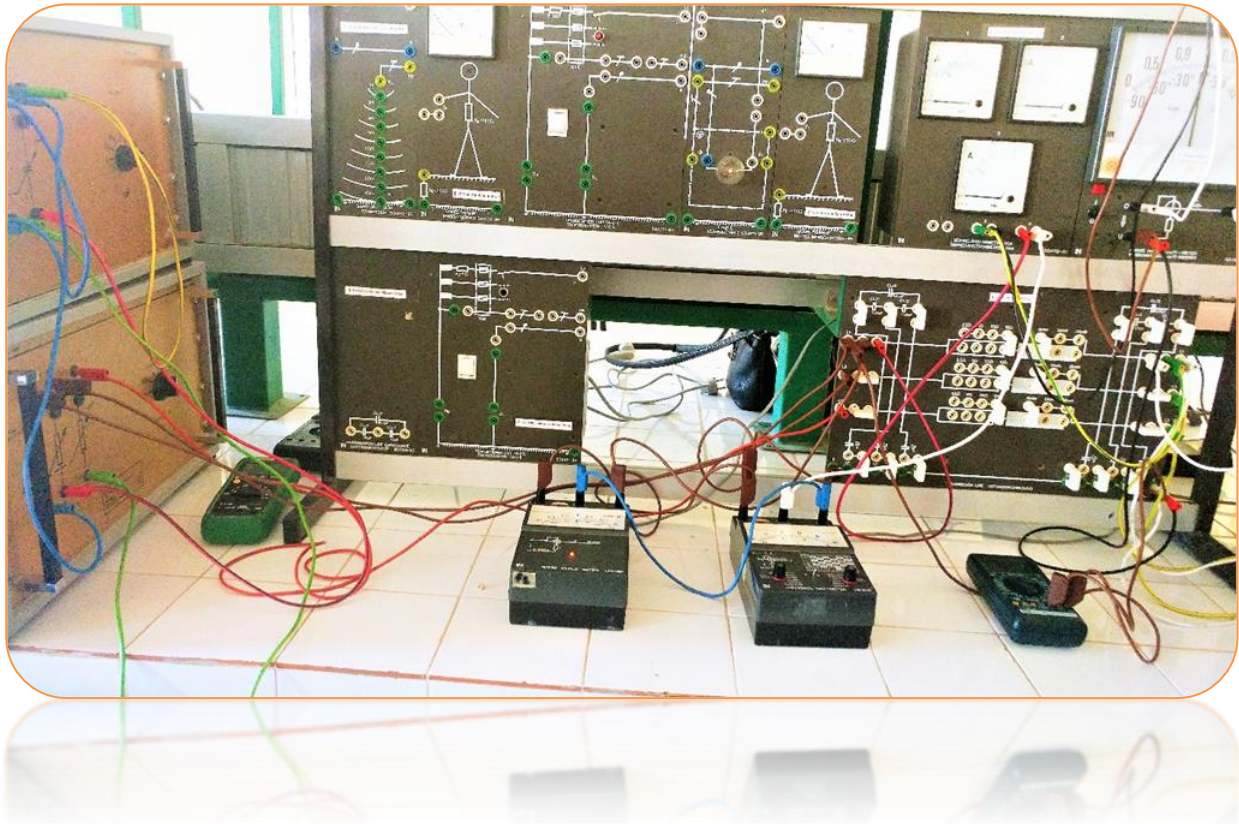


Figure TP 2.7  $V_r = f(I_r)$  pour une charge RL

## II.4. l'essai en charge RC

- Le récepteur c'est une charge de nature capacitive



- $C_L/2 = 0.25 \mu\text{F} \rightarrow C_L = 0.5 \mu\text{F}$  .  $R_L = 10 \Omega$  ;  $L_L = 10 \text{ mH}$  ;  $V_S = 40 \text{ V}$
- $C_E/2 = 2 \mu\text{F} \rightarrow C_E = 4 \mu\text{F}$  .  $R_{ch} = 73 \Omega$

| $C_{\text{Charge}}[\text{F}]$ |  | 12    | 24   | 36   | 48   | 60   | 72   |
|-------------------------------|--|-------|------|------|------|------|------|
| $V_R$ [V]                     |  | 41.4  | 40.4 | 38.6 | 37.2 | 36   | 35.4 |
| $I_S$ [A]                     |  | 0.22  | 0.31 | 0.36 | 0.4  | 0.41 | 0.44 |
| $I_R$ [A]                     |  | 0.15  | 0.25 | 0.31 | 0.35 | 0.36 | 0.40 |
| $P_S$ [W]                     |  | 02    | 06   | 10   | 12   | 13   | 14   |
| $P_R$ [W]                     |  | 1.8   | 05   | 08   | 10   | 11   | 12   |
| $Q_S$ [VAR]                   |  | -13.5 | -10  | -10  | -09  | -08  | -08  |
| $Q_R$ [VAR]                   |  | -10   | -09  | -09  | -09  | -08  | -07  |
| $\theta_S$ [°]                |  | -70   | -60  | -46  | -40  | -45  | -33  |
| $\theta_R$ [°]                |  | -70   | -60  | -50  | -45  | -43  | -40  |

## II.4.1 Interprétation les résultats obtenus

### L'essai en charge RC ;

| Les valeur obtenus              |  | Interprétation   |
|---------------------------------|--|--|
| $V_r$                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 41.4 V</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• La tension est augmenté de 40 V à 41.4 V . car il y a une deuxième source de tension ( la charge RC )</li> <li>• A chaque fois, il y a des petits diminutions de tension; car il y a une compensation de tension avec le capacité et une petit valeur de chut tension ( <math>I \ll</math> )</li> </ul> |
| $I_R ; I_S$                     |  | des petits diminutions de courant ( $I_R \approx I_S$ ), car il y a une compensation de tension avec le capacité .   |
| $P_S ; P_R$                     |  | $P_S \approx P_R$ car $I_R \approx I_S$ .  |
| $Q_S ; Q_R$                     | Indice (-)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• parce que la charge est de nature capacitive .</li> <li>• <math>Q_S \approx Q_R</math> car <math>I_R \approx I_S</math> .</li> </ul>  |
| $\varnothing_S ; \varnothing_R$ | Indice (-)   | L'angle de déphasage est négative parce que la puissance réactive est capacitive.  |

## II.4.2 l'influence de la charge RC sur les grandeurs électriques et les puissances

L'augmentation de la capacité C, il fait une 'très petite chute tension  $\Delta V$ ' Dans les dernières valeurs prises de C mais si on comparer avec  $R_L$ , on comprendre que il y a in compensation de tension ( Il sont clair lorsque le courant est faible comme dans les valeurs initiales de C )

Alors elle va compensé la tension à l'extrémité , et le courant presque égale .

Donc,  $P_S \approx P_R$  et  $Q_S \approx Q_R$  .

## II.4.3. la coefficient de régulation de la tension

$$\varepsilon \% = \frac{V_S - V_r}{V_r} \cdot 100$$

$$\text{Ex : } \varepsilon \% = \frac{40 - 27.9}{27.9} \cdot 100 = 43.36 \%$$

|                |        |        |       |       |       |       |
|----------------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|
| $\epsilon$ [%] | -3.381 | -0.990 | 3.626 | 7.526 | 11.11 | 12.99 |
| $V_R$ [V]      | 41.4   | 40.4   | 38.6  | 37.2  | 36    | 35.4  |
| $I_R$ [A]      | 0.15   | 0.25   | 0.31  | 0.35  | 0.36  | 0.40  |

#### II.4.4 Le rendement de la ligne

|            |     |       |    |       |       |       |
|------------|-----|-------|----|-------|-------|-------|
| $\eta$ [%] | 90  | 83.33 | 80 | 83.33 | 84.62 | 85.71 |
| $P_S$ [W]  | 02  | 06    | 10 | 12    | 13    | 14    |
| $P_R$ [W]  | 1.8 | 05    | 08 | 10    | 11    | 12    |

#### II.4.5 Le traçage de $V_R = f(I_R)$

$V_r = f(I_r)$

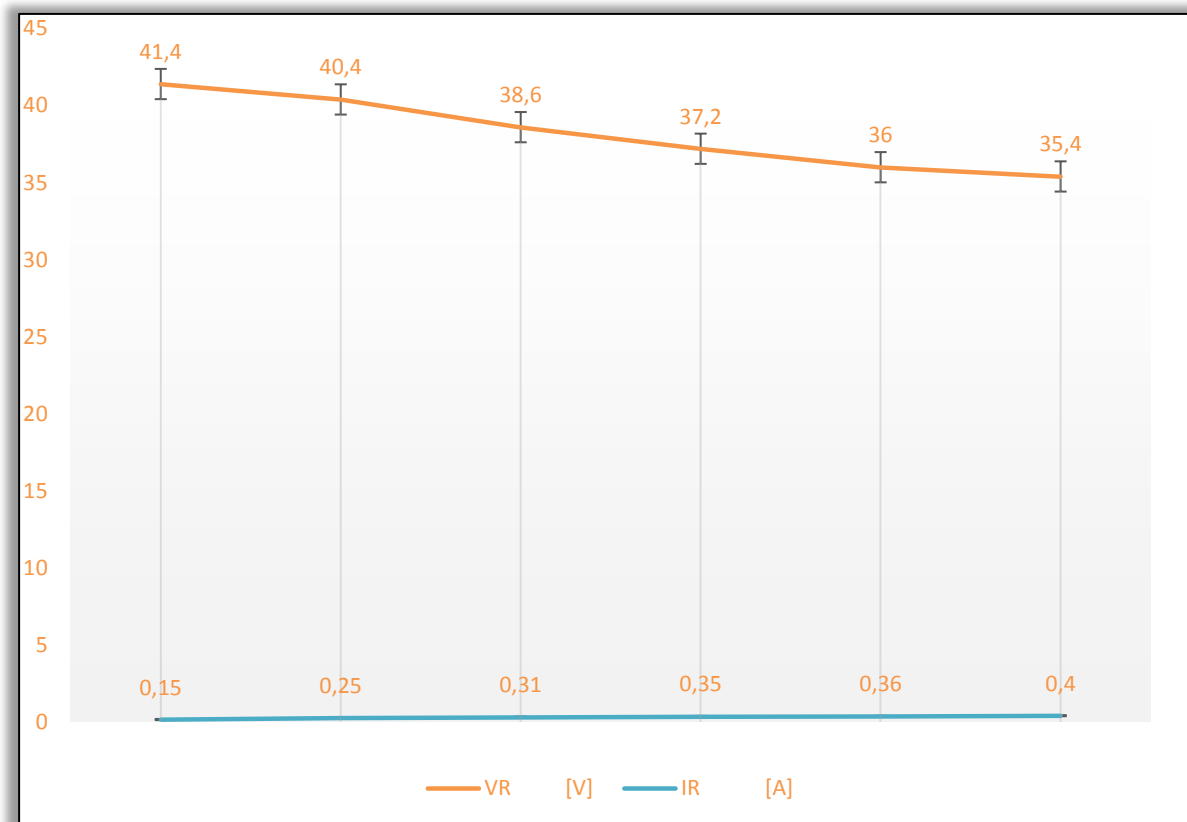


Figure TP 2.8  $V_r = f(I_r)$  pour une charge RC

### III. Conclusion générale de TP

Dans notre travail pratique nous avons étudié une ligne moyenne triphasé équilibré grâce à une simulation basé sur le modèle équivalent (schéma équivalent) avec des différents essais : à vide et différents charge Résistive et impédances de type capacitif.

Nous avons réalisé 2 montages et nous avons vu la variation des différent grandeurs courant tension et puissance ainsi le facteur de puissance (Récepteur), grâce des Appareils voltmètres, ampèremètre, phasemètre, wattmètre (P/Q), après nous avons interprété les résultats obtenues.

Finalement dans cette expérience on a pris comme informations que même en essai à vide y'aura un courant dans la partie de récepteur ( $I_R \neq 0$ ) et aussi en essai en charge les éléments en parallèles emmagasinent l'énergie  $V_R > V_S$  (phénomène de surcharge).

- Nous concluons que il y a une problème de surtension a la ligne moyenne , cela montre clairement en l'essai à vide .
- Il y a un effet capacitive avec l'effet inductive et résistive dans la ligne moyenne.
- Pour la compensation de la tension à l'extrémité on va ajouter une condensateur avec la charge .
- la meilleur tension on la trouve quand il est la charge purement résistive .
- la meilleur tension et courant on la trouve quand il est la charge est de nature capacitive .



## TPN°03 : QUADRIPOLES REPRESENTANT UNE LIGNE ELECTRIQUE

### I. But de TP :

- L'étude d'un quadripôle représentant une ligne électrique.
- Déterminations des paramètres du quadripôle représentant une ligne électrique.

### II. Etude Pratique :

#### II.1. Quadripôle représentant une ligne électrique courte :

##### II.1.1 Essai à vide :

Réaliser le montage suivant pour une ligne courte :

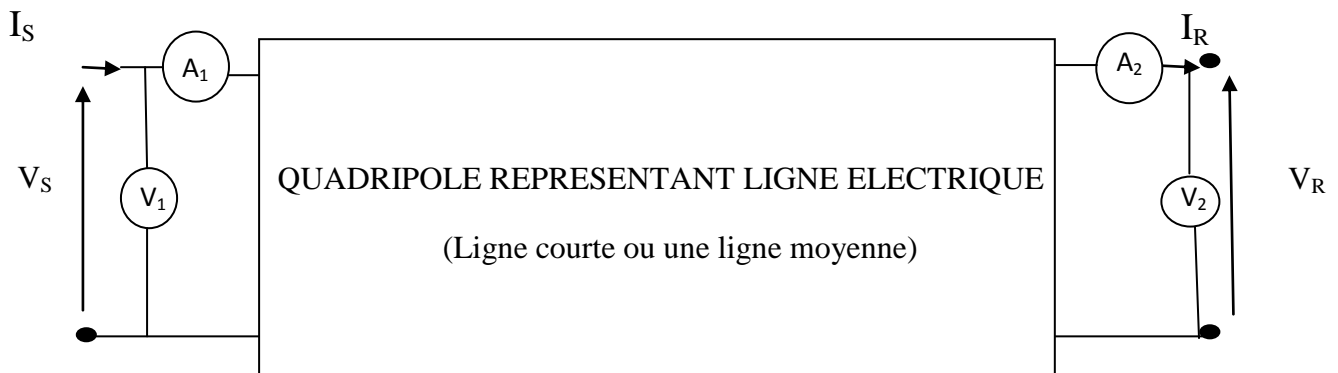


Figure TP 3.1

On prend :  $R_L=10(\Omega)$ ,  $L_L=10(\text{mH})$  .

- Mesurer la tension a l'extrémité  $V_{R0}$ .
- Mesurer le courant a l'extrémité  $I_{R0}$ .
- Mesurer le courant a l'origine  $I_{S0}$  .
- Relever dans un tableau :  $I_{S0}$  ,  $I_{R0}$  ,  $V_{R0}$

|          |      |
|----------|------|
| $V_{S0}$ | FIXE |
| $V_{R0}$ |      |
| $I_{R0}$ |      |
| $I_{S0}$ |      |

### II.1.2 Essai en court- circuit :

Réaliser le montage de l'essai en court-circuit au dessus. La ligne est alimenté avec une tension faible de sorte que la valeur de courant de court-circuit  $I_{RCC} = I_{CC} \leq 1 \text{ A}$  :

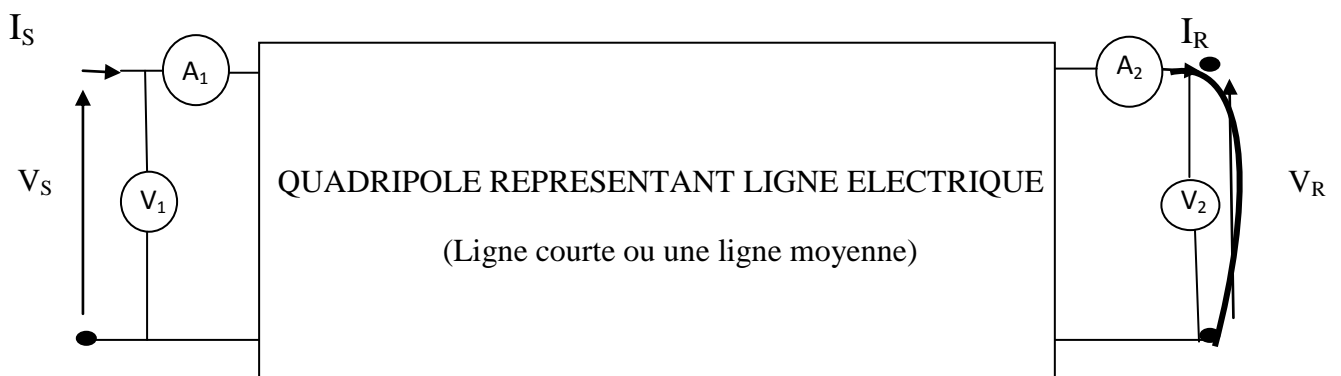


Figure TP 3.2

- Mesurer la tension a l'origine  $V_{SCC}$ .
- Mesurer le courant a l'extrémité  $I_{RCC}$ .
- Mesurer le courant a l'origine  $I_{SCC}$  .
- Relever dans un tableau :  $I_{SCC}$  ,  $I_{RCC}$  ,  $V_{RCC}$  ,  $V_{SCC}$ .

|           |  |
|-----------|--|
| $V_{SCC}$ |  |
| $V_{RCC}$ |  |
| $I_{RCC}$ |  |
| $I_{SCC}$ |  |

### II.2 Quadripôle représentant une ligne électrique moyenne :

Refaire le travail en changeant la ligne courte par une ligne moyenne.

On prend :  $R_L = 10(\Omega)$ ,  $L_L = 10(\text{mH})$ ,  $C_{E/2} = 1\mu\text{F}$

### III- Travail Demandé :

Préparer un compte rendu de TP, qui contiendra :

- Une étude théorique sur le quadripôle représentant une ligne électrique.
- Calculer les paramètres des quadripôles A ; B ; C ; D pour chaque ligne.
- Vérifier que  $AD - BC \approx 1$
- Dédire les paramètres pour chaque ligne  $R_L ; L_L C_E$ .
- Interpréter les résultats obtenus,
- Donner une conclusion générale de ce TP.



## II. 1 Etude Théorique

On a une ligne de transmission électrique (Figure II.1) on va identifier les paramètres de cette ligne par la méthode de quadripôle. (Figure II.2)



Figure TP 3.3 représenté une ligne de transmission

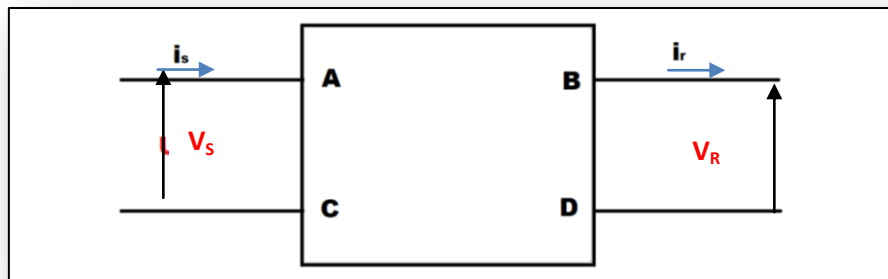


Figure TP 3.4 représenté un quadripôle.

### II.1.1 Déterminations des paramètres du quadripôle représentant une ligne électrique

On a

$$V_S = AV_R + BI_R$$

$$I_S = CV_R + DI_R$$

**l'essai à vide** :  $I_R = 0$  (Mathématiquement)

$$V_S = AV_R + \cancel{BI_R}^0$$

→  $A = V_S / V_R$  c'est le gain de tension

$$I_S = CV_R + \cancel{DI_R}$$

→  $C = I_S / V_R$  c'est l'admittance en  $\Omega^{-1}$ .

## l'essai en court-circuit : $V_R = 0$

$$V_S = A \cancel{V_R} + B I_R$$

→  $B = V_S / I_R$  c'est l'impédance en  $\Omega$ .

$$I_S = C \cancel{V_R} + D I_R$$

→  $D = I_S / I_R$  c'est le gain de courant.

Il faut que :

$$A = D$$

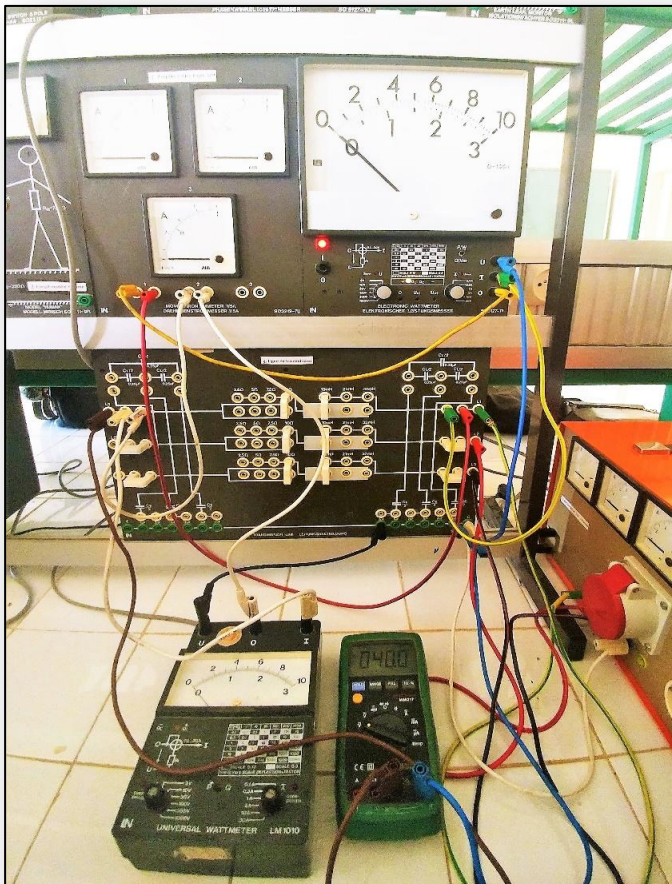
$$AD - BC = 1$$

## II.2 Partie Pratique

### II.2.1 Quadripôle représentant une ligne électrique courte

#### L'essai à vide

On prend :  $R_L = 10 \Omega$ ,  $L = 10 \text{ mH}$  et  $V_S = 40 \text{ V}$



Nous avons obtenu les résultats suivants :

|          |      |
|----------|------|
| $V_{S0}$ | 40 V |
| $V_{R0}$ | 40V  |
| $I_{R0}$ | 0A   |
| $I_{S0}$ | 0A   |

### Déterminations des paramètres du quadripôle

On a

$$A = \frac{V_S}{V_R} ; C = \frac{I_S}{V_R}$$

**A.N :**

$$A = 40 / 40 = 1$$

$$C = 0 / 40 = 0$$

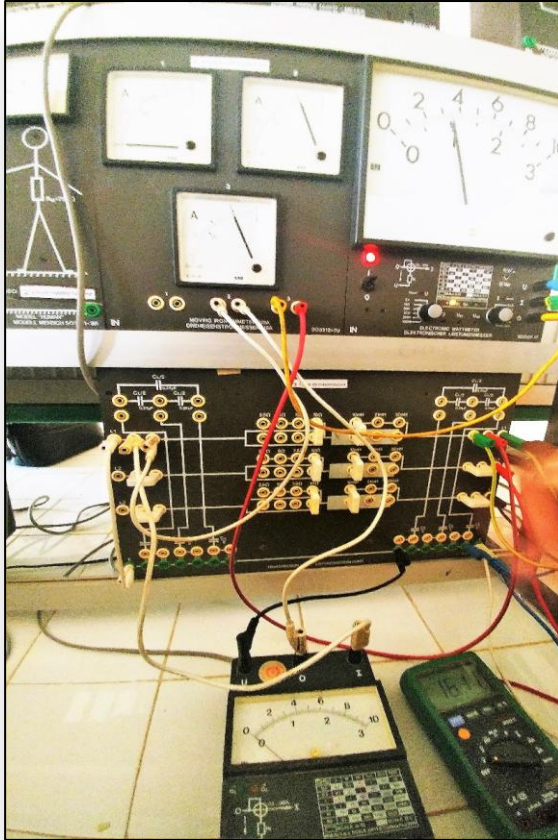
### Interprétation des résultats

$$I = 0 \text{ A}$$

On remarque le gain de tension  $A = 1$  et  $C = 0$  qui est l'admittance de la ligne en  $\Omega^{-1}$  et  $V_R = V_S = 40 \text{ V}$ , et le courant  $I_S = 0 \text{ A}$  .on déduit que c'est une ligne courte.

### L'essai en court-circuit

**On prend :**  $R_L = 10 \Omega$ ,  $L = 10 \text{ mH}$  et  $I_{ccs} = 0.83 \text{ A} < 1 \text{ A}$  ( 1 A c'est le courant max de simulateur d'essai d'une ligne électrique ) .



Nous avons obtenu les résultats suivants :

|           |         |
|-----------|---------|
| $V_{SCC}$ | 16.11 V |
| $V_{RCC}$ | 0 A     |
| $I_{RCC}$ | 0.83 A  |
| $I_{SCC}$ | 0.83A   |

### Déterminations des paramètres du quadripôle

On a

$$B = V_S / I_R \text{ c'est l'impédance en } \Omega.$$

$$D = I_S / I_R \text{ c'est le gain de courant.}$$

A.N :

$$B = 16.11 / 0.83 = 19.40 \Omega \text{ c'est l'impédance en } \Omega.$$

$$D = 0.83 / 0.83 = 1 \text{ c'est le gain de courant.}$$

### Interprétation des résultats

On remarque le gain de courant  $D = 1$  car la courant  $I_r = I_s = 0.83 \text{ A}$  , et  $B$  l'impédance

$$Z = 19.40 \Omega .$$

La règle est réalisée

$$A = D = 1$$

$$AD - BC = 1.1 \approx 1$$

### II.2.2 Quadripôle représentant une ligne moyenne

#### Essai à vide

Réaliser le montage suivant pour une ligne courte, on prend :  $R = 10 \Omega$  ,  $L = 10\text{mH}$  ,  
 $CE/2 = 1 \mu\text{F}$

|          |         |
|----------|---------|
| $V_{S0}$ | 180 V   |
| $V_{R0}$ | 181.2 V |
| $I_{R0}$ | 0.54 mA |
| $I_{S0}$ | 0.1 A   |

#### Essai en court circuit

|           |        |
|-----------|--------|
| $V_{SCC}$ | 10.1 V |
| $V_{RCC}$ | 0 A    |
| $I_{RCC}$ | 0.5 A  |
| $I_{SCC}$ | 0.52A  |

#### Déterminations des paramètres du quadripôle

On a

$$A = \frac{V_S}{V_R} ; C = \frac{I_S}{V_R}$$

**A.N :**

$$A = 180 / 181.2 = 0.993 \approx 1$$

$$C = 0.1 / 181.2 = 0.0005 \Omega^{-1}$$

On a

$B = V_S / I_R$  c'est l'impédance en  $\Omega$ .

$D = I_S / I_R$  c'est le gain de courant.

A.N :

$B = 10.1 / 0.5 = 20.2 \Omega$  c'est l'impédance en  $\Omega$ .

$D = 0.52 / 0.5 = 1.04$  c'est le gain de courant.

La règle est réalisée

$$A = D \approx 1$$

$$AD - BC = 1.002 \approx 1$$

## II.2.4 Conclusion général de TP

En général, la méthode des quadripôles permet de reconnaître plus rapidement les caractéristiques de la ligne électrique.

- Finalement dans ce travail on a conclu que la méthode quadratique est une méthode efficace qui me permettrait de définir le type de la ligne (soi ligne courte ou moyenne) , En calculant les paramètres de quadripôles (A, B, C, D), en plus cette méthode facilite la tâche de calculer les grandeurs électriques (tension, courant) de la ligne électrique.

## ***REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES***

1. Turan Gönen, Electric power distribution system engineering, McGraw-Hill 1986.
2. Hadi Saadat, Power system analysis, McGrawHill 2000.
3. F.Kiessling et al, Overhead Power Lines.Planning, design, construction, Springer 2003.
4. Mohamed. El-Hawary Introduction To Electrical Power Systems, IEEE PRESS, series Editor on power engineering.
5. J. Duncan Glover, Mulukutla s. Sarma , Thomas J. Overbye Power system analysis and design, Fifth edition, and Fourth edition, Northeastern University of Illinois ,New Nork 2008.
6. Jean-Louis Lilien , Transport et Distribution de l'Énergie Electrique, Manuel de travaux pratiques destiné au cours , Université de Liège, Faculté des Sciences Appliquées, Année académique 1999/2000
7. Anderson, P.M. Analysis of Faulted Power Systems. New York: IEEE Press,1973.
8. Weeks,W.L. Transmission and Distribution of Electrical Energy. New York, Harper & Row Publishers, 1981 .
9. Bergseth, F.R. and Venkata, S.S. Introduction to Electric Energy Devices. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1987.
10. Source : [Weedy1998] B. M. Weedy, « Electric Power Systems », Fourth Edition, John Wiley & Sons [Weedy1998] B. M. Weedy, « Electric Power Systems », Fourth Edition, John Wiley & Sons