

Cours d'électrotechnique

LES MACHINES A COURANT ALTERNATIF

MACHINE STATIQUE A COURANT ALTERNATIF



PARTIE N°5 :

LES TRANSFORMATEURS SPECIAUX

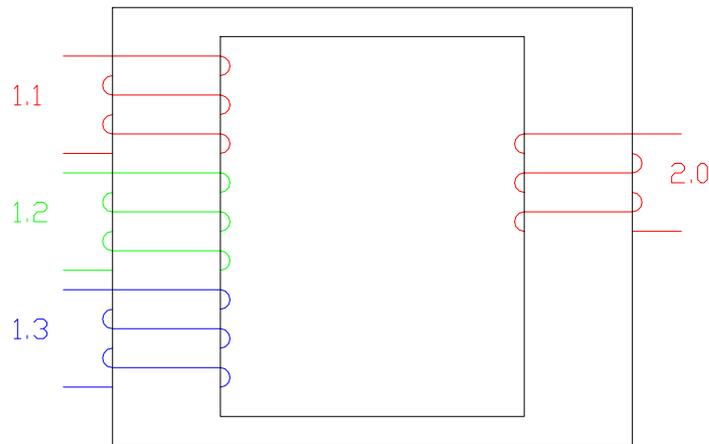
TABLE DES MATIERES

1.	Les transformateur à enroulements multiples	2
1.1.	Transformateur à multiple bobine primaire.....	2
1.2.	Transformateur à plusieurs potentiels au secondaire	3
1.3.	Transformateur à multiple bobine secondaire	4
2.	Les autotransformateurs	5
2.1.	Description	5
2.2.	A tensions fixes	5
2.3.	A tensions variables (rhéotor)	6
3.	Les transformateurs de mesure.....	7
3.1.	Le transformateur de tension.....	7
3.2.	Le transformateur de courant	9
4.	Exercices	11

1. Les transformateur à enroulements multiples

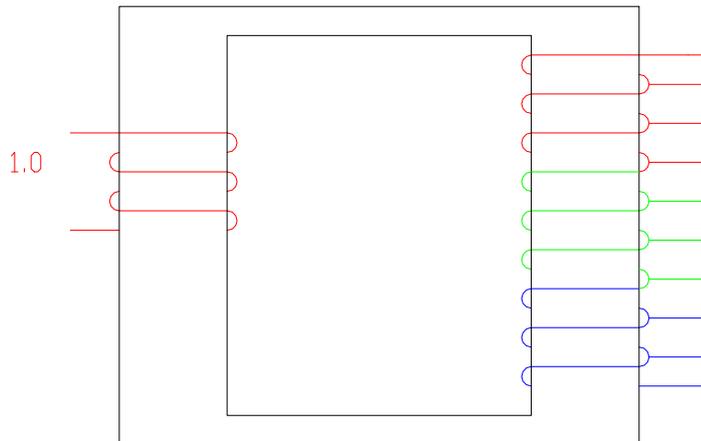
1.1. Transformateur à multiple bobine primaire

Ce type de transformateur n'est pas à confondre avec certain type d'autotransformateur. Il n'y a en réalité aucune différence entre ce type de transformateur et un transformateur classique si ce n'est que le primaire possède plusieurs bobines possédant chacune un nombre différent de spires. L'utilisation de l'une ou de l'autre de ces bobines permet de modifier l'enroulement dit primaire et ainsi modifier les ampères tours primaire et donc la tension secondaire.



Il faut bien voir que pour ce transformateur, on ne peut en aucun cas coupler les bobines primaires. Nous savons que les enroulements de notre transformateur primaire et secondaire sont calculés afin d'une part de générer la tension souhaitée (nombre de spires) et d'autre part de fournir le courant (section des conducteurs) et ce pour garantir une puissance au transformateur. Si l'on couple les bobinages, cela veut dire que nous allons sommer les flux de chaque bobines et ainsi augmenter les ampères tours qui eux vont induire au secondaire une FEM plus élevée que souhaité. Pour une puissance fixe, cela veut dire que le courant secondaire devra être plus faible. Ce type transformateur étant souvent de quelques VA, le courant secondaire peut très vite devenir insuffisant.

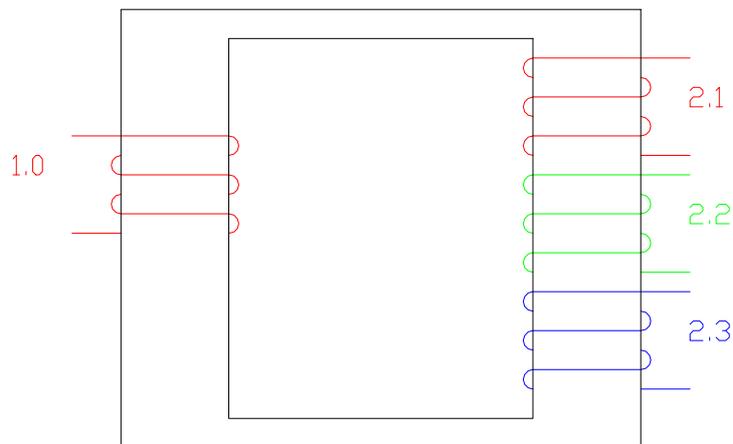
1.2. Transformateur à plusieurs potentiels au secondaire



Ce type de transformateur possède une bobine primaire classique et une bobine secondaire composée de plusieurs petites bobines placées en série et dont chaque point de connexion est sorti.

Je sais que la FEM développée par une bobine est fonction du flux mais aussi du nombre de spires. Si le nombre de spires varie, la tension utilisable varie aussi. On comprend donc aisément que je possède entre deux points de sortie un potentiel précis. J'aurai donc autant de tension disponible que j'aurai de plots-1 car un des plots me servira de référence. Noter que ce plot n'est pas fixe et qu'il peut être choisi de façon quelconque. Je précise encore qu'il est illusoire de penser que l'on peut alimenter plusieurs charges sous des tensions différentes. N'oubliez pas que chaque charge va absorber un courant qui lui est propre mais que les bobines vont elles devoir véhiculer le courant total demandé par l'ensemble des charges. Les conducteurs formant la bobine ne pourront pas permettre la conduction de ce dernier, et il y a risque de destruction des isolants et mise en court circuit de la bobine.

1.3. Transformateur à multiple bobine secondaire



Dans ce cas, nous avons scindé les bobines afin de les rendre autonomes. Dans ce cas, chaque bobine possède sa propre tension et peut être couplé à une charge propre, il n'y aura aucune répercussion sur les autres bobines secondaires. Les ampères tours secondaires seront donc égale à la somme des ampères tours dans chaque bobine secondaire. Il est clair que pour garantir l'équilibre des ampères tours, le primaire devra véhiculer un courant proportionnel au courant total absorbé par les bobines secondaires. La vérification du respect de la puissance totale du transformateur sera importante.

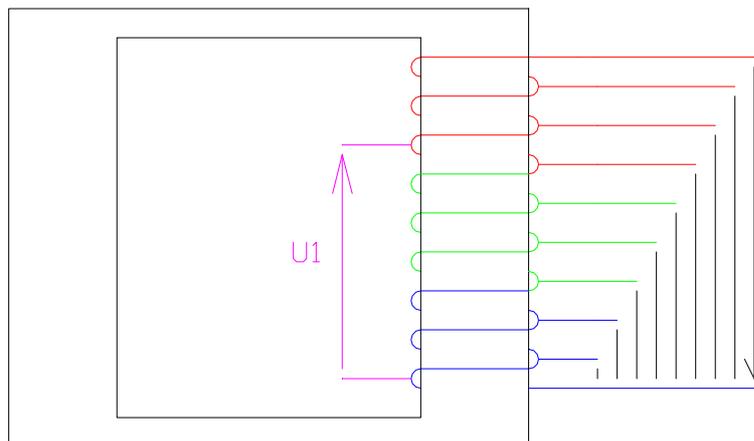
2. Les autotransformateurs

2.1. Description

La différence entre un transformateur et un autotransformateur réside dans le nombre de bobinage. En effet, dans un autotransformateur, nous n'avons qu'une seule bobine qui joue le rôle de primaire et de secondaire. Ce type d'appareil n'offre donc pas d'isolement galvanique entre le primaire et le secondaire.

2.2. A tensions fixes

Notre seul bobinage est en réalité composé d'un nombre de petite bobine câblée en série et dont chaque point de connexion est sorti et donc accessible. Un des plots, habituellement à une extrémité, sera commun aux deux tensions primaire et secondaire. La tension est donc fixée par le choix du second plot pour la tension primaire d'une part et par le choix du second plot pour la tension secondaire. Le principe reste le même que pour le transformateur classique, si ce n'est que dans mon cas la tension secondaire n'est rien d'autre que la FCEM générée dans le bobinage. La tension primaire appliquée pousse un courant dans les bobinages qui crée un flux primaire. Ce flux vient induire sa propre bobine et génère dans celle-ci une FCEM. Je peux encore regarder comment évolue les courants. Chacun de ceux-ci circule dans la même bobine, et je sais que chaque courant aura son sens fixé par le sens de la tension et le type de charge. Je peux donc dire que sachant que la FCEM est en opposition de phase avec la tension d'alimentation primaire, que les courants vont aussi être en opposition et que dès lors le courant total circulant dans les bobinages sera une composante des deux autres. Vu le déphasage de l'ordre de 180° entre les deux, je peux dire que le courant total ou absorbé sera inférieur au courant demandé par l'un ou l'autre des parties primaire ou secondaire.



2.3. A tensions variables (rhéotor)

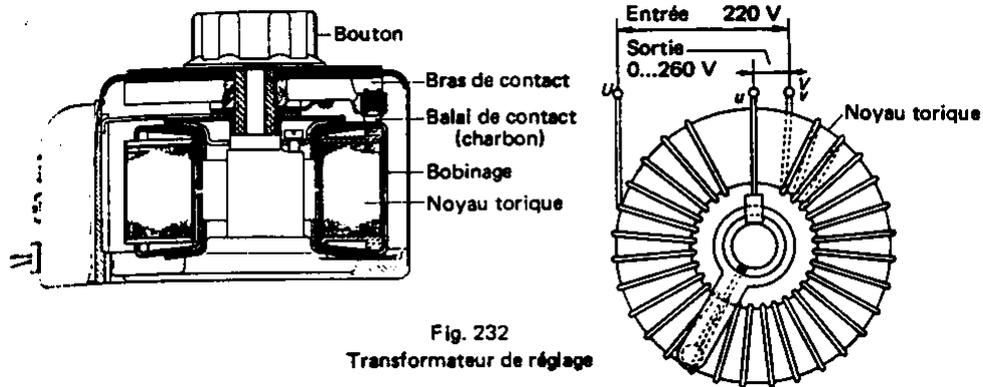


Fig. 232
Transformateur de réglage

Dans ce cas si, nous ne sortons plus les connexions sur des plots et notre bobine peut être bobinée en continu. A l'aide d'un curseur on se déplacera sur le périmètre de notre bobine, nous allons prendre le point de contact sur les spires elles mêmes ce qui bien sur permet d'obtenir autant de point que nous aurons de spires et donc obtenir autant de tension différentes que nous aurons de spires. Afin de limiter l'encombrement et d'éviter les usures mécanique au maximum, nous proscrirons les autotransformateurs linéaire au profit des autotransformateurs toroïdaux ou le circuit magnétique est un tore et ou le curseur est placé au centre et vient se promener sur les têtes des spires au centre du tore.



3. Les transformateurs de mesure

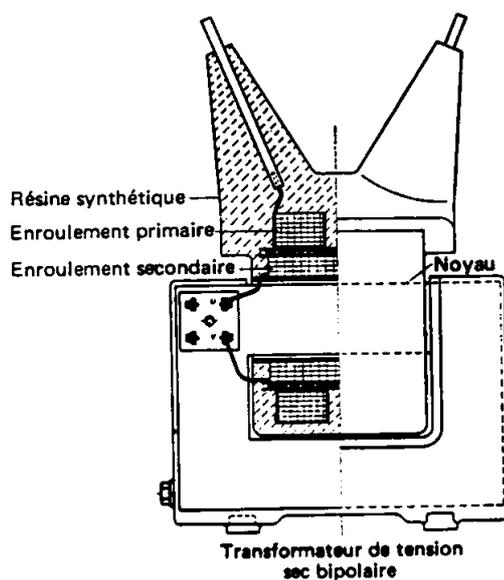
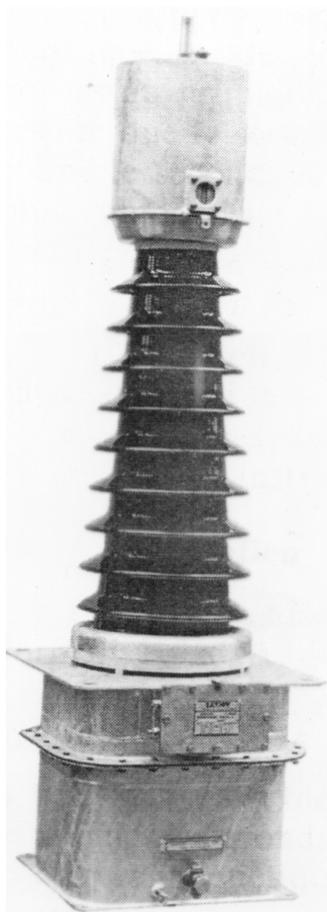
3.1. Le transformateur de tension

Ils peuvent être monophasé ou triphasé . Ce type d'appareil est très souvent utilisé en pratique. La tension d'isolement des appareils de mesure style voltmètre ne permet pas à l'utilisateur de mesurer sans risque des tensions dites moyennes ou hautes. Pour éviter de mettre l'utilisateur dans des conditions dangereuses pour relever des tensions élevées, on utilise des transformateurs de potentiel. Ces derniers ont pour seul but d'abaisser la tension à une tension mesurable, mais surtout une tension dite de sécurité.

Quels sont dès lors les impératifs d'un tel appareil. La première remarque c'est que ce type de transformateur ne peut en aucun cas être comparé à un transformateur classique. En effet, notre TP va être placé entre la mesure à réaliser et l'appareil de mesure ce qui veut dire que ce dernier sera considéré comme un appareil de mesure lui aussi et que dès lors sa précision devra être la plus grande possible. Une première remarque est que le rôle de ce transformateur n'est pas de transformer des puissance importante, nous pourrons donc réduire la section des conducteurs et par la même occasion les pertes joule. En parlant de pertes, les autres pertes sont de type magnétique, c'est pourquoi l'on apportera un soin beaucoup plus grand dans la construction du circuit magnétique dont toutes les arrêtes vives seront supprimées pour laisser place à des tôles arrondies afin de limiter les fuites de flux. Le matériaux constituant le circuit magnétique sera également de meilleure qualité afin de réduire la reluctance magnétique. Je peux donc conclure en disant que un TP doit pour tous pallier de tension avoir un rapport de transformation rigoureusement constant.

Pour utiliser un TP, il y a quelques précautions à prendre. Le TP se placera en parallèle sur le réseau comme un voltmètre. Ensuite, nous placerons la carcasse du transformateur à la terre afin de protéger l'utilisateur en cas de court-circuit entre un enroulement et la carcasse. Enfin, il faudra placer une des phases du secondaire à la terre de tel sorte que si un court circuit devait apparaître entre la haute et la basse tension, l'utilisateur soit également protégé. L'appareil de mesure en l'occurrence un voltmètre sera placé sur les deux bornes du secondaire.

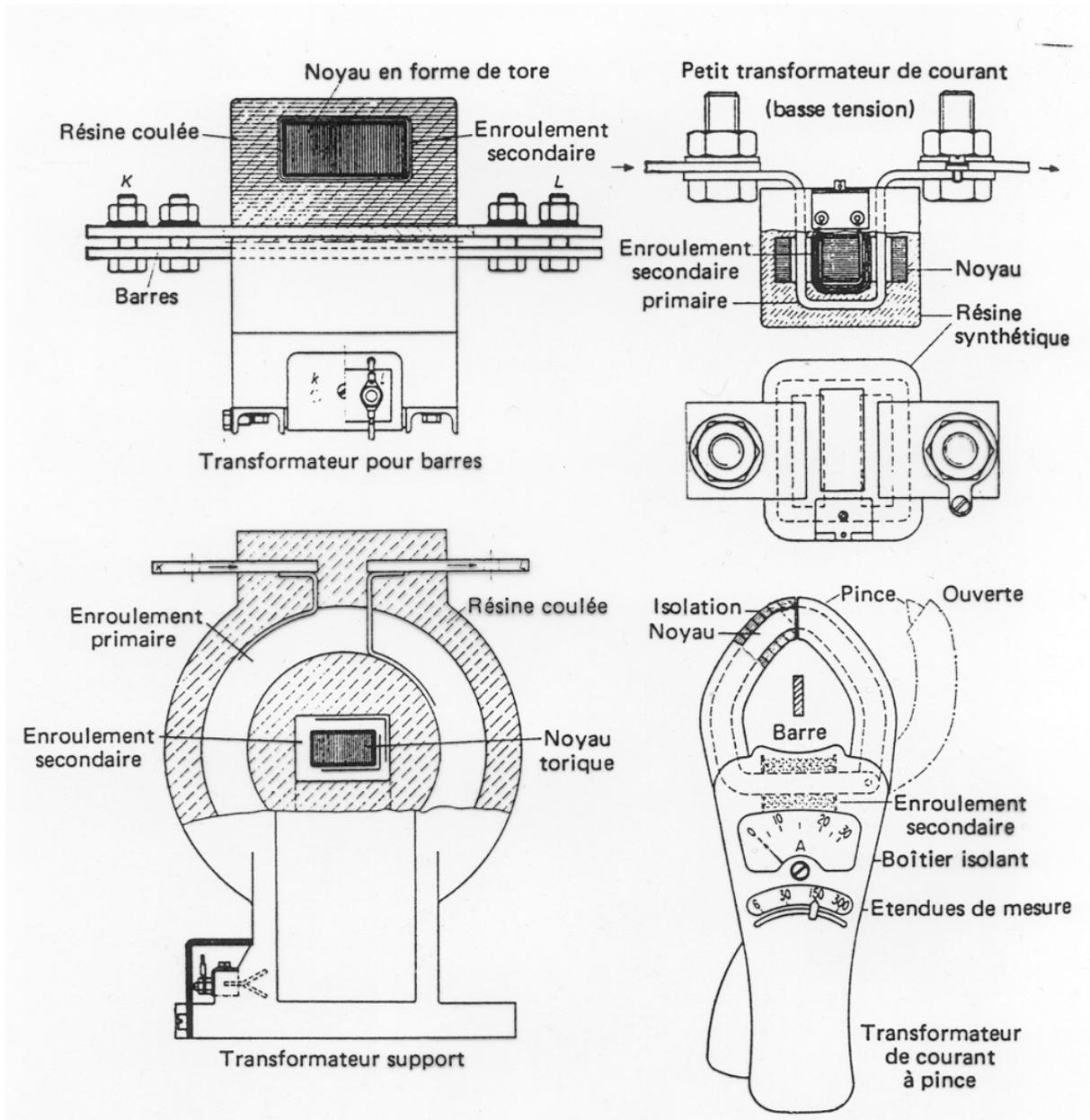
Pour un TP de classe 0,5, l'erreur maximale sur le rapport de transformation ne doit pas dépasser 5% et le déphasage n'excède pas 12° .



3.2. Le transformateur de courant

Leur rôle est ici similaire au transformateur de potentiel, il permet de ramener le courant à une valeur pouvant être mesurée par un appareil de mesure comme un ampèremètre. Il va de soit que ce dernier jouera par cet abaissement de courant un rôle de protection pour l'utilisateur. La particularité principale d'un TI, est qu'il est prévu pour fonctionner en court-circuit. En effet, nous savons que lorsque nous placerons notre ampèremètre au secondaire du TI, le seul élément qui limitera le courant sera la résistance interne de l'appareil et nous savons encore que cette dernière est très faible. Le courant secondaire risque donc d'être très grand et nous limiterons au maximum la tension secondaire pour limiter ce dernier. Nous savons que notre transformateur à besoin d'un courant primaire pour générer son flux, pour un transformateur normal, nous appliquons une tension et la résistance des enroulements combiné à la FCEM fixe la consommation du courant. Dans notre cas, nous voulons projeter au secondaire une image du courant circulant dans un circuit, donc nous devons placer notre TI en série dans le circuit afin que se soit le courant de ce circuit qui crée le flux et ainsi garder la proportionnalité. Dans ce fonctionnement, je peux aussi dire que nous aurons toujours des ampères tours primaire tant que nous aurons un courant au primaire et que dès lors notre transformateur ne fonctionnera jamais à vide ce qui sous-entend que je ne pourrais jamais ouvrir le circuit du secondaire autrement dit, je ne pourrais jamais retirer l'ampèremètre si je suis branché au primaire car dans ce cas, je n'aurai plus d'ampère tours secondaire pour contrecarrer ceux du primaire et dès lors surchauffe du circuit magnétique et risque de destruction.

Pour un TI de classe 0,5, l'erreur maximale sur le rapport de transformation ne doit pas dépasser 5% et la déphasage n'excède pas 12° .



4. Exercices

- 1) Un alternateur monophasé débite 60Kw sous 2000w et pour un facteur de puissance de 0,8. pour mesurer le débit, on dispose d'un appareil pouvant être traversé par un courant de 1A. On demande le rapport du TI pour que le maximum de l'échelle corresponde au débit maximum.
- 2) On veut mesurer la tension d'un réseau que l'on sait ne pas dépasser 10000V, avec un voltmètre pouvant mesurer au plus 150V. déterminer le rapport de transformation pratique et le nombre de spires primaires si $N_2=50$ spires ?
- 3) Un transformateur triphasé étoile 50Hz est utilisé pour régler une tension de 10,5KV de 9,975V à 11,025KV. La section du noyau est de 600dm², l'induction de 1,46T. calculer le flux, le nombre de spire HT et la tension fournie par spire.
- 4) On installe sur une ligne monophasée HT de 20KV un compteur basse tension 220V – 5A. On le branche par l'intermédiaire d'un transformateur de tension de rapport 100/1V et d'un transformateur de courant de rapport 50/5A. La constante du compteur est $K=0,3Wh$. Faire un schéma du montage. Quelle est l'énergie qui correspond à un tour de disque dans ce montage.
- 5) Un wattmètre mesure la puissance mise en jeu dans un récepteur monophasé. Son circuit courant est alimenté par un TI de classe 0,5 dont le rapport de transformation n'introduit pas d'erreur dans la mesure. Ce transformateur produit un déphasage qui reste inférieur à 30minutes. La tension aux bornes du récepteur est de 220V, le courant est de 60A. Déterminer l'erreur qui peut être faite sur la mesure de la puissance lorsque le facteur de puissance du récepteur est 0,8 et 0,2.
- 6) Un transformateur est alimenté sous une tension triphasé de 380V. Il doit fournir au secondaire des tensions diphasées de 230V. L'enroulement primaire du transformateur TI comporte 320 spires. Calculer les nombres de spires des autres enroulements de montage.
- 7) Un autotransformateur monophasé 380V – 220V comporte au primaire 520 spires, sa puissance apparente est 10KVA. Déterminer le nombre de spires utilisé pour le secondaire et les courants dans les diverses parties de l'enroulement.