

ROTORS BOBINES

Les moteurs asynchrones triphasés ont généralement des induits :

- Soit à cage d'écureuil (rotor en court-circuit)
- Soit bobiné (rotor bobiné) ; dans ce cas on dit aussi « rotor à bagues »

Remarques

- Quel que soit le type de rotor employé, l'enroulement est fermé sur lui-même en marche normale.
- Les rotors à cage prennent au réseau un courant important au démarrage ; divers procédés sont utilisés pour limiter le courant au démarrage.
- L'enroulement des rotors bobinés est relié par l'intermédiaire des bagues et des balais à un rhéostat de démarrage.
- A la fin du démarrage, le rhéostat est court-circuité, comme l'enroulement est généralement couplé en étoile, le rotor est en double court-circuit, fermé sur lui-même.

Schéma de principe

Liaison rotor – rhéostat

Nota : En A du rhéostat, position démarrage, en B du rhéostat, fin du démarrage.

Le rhéostat en série avec les enroulements du rotor permet de limiter l'intensité au démarrage, d'ajuster le couple, d'obtenir un démarrage progressif.

ROTORS BOBINES

GENERALITES

Le nombre de phases du rotor est indépendant de celui du stator. (Quel que soit le nombre de phases de l'enroulement du stator, les rotors à bagues peuvent être bobinés en triphasé ou en diphasé).

Remarque

- Le bobinage en diphasé des rotors peut convenir pour des petites puissances et permet de simplifier l'appareillage de démarrage. Malgré cet avantage, le bobinage en triphasé est généralement employé car la puissance transmise par le rotor est proportionnelle à son nombre de phases.
- Le rotor d'un moteur asynchrone se comporte comme le secondaire d'un transformateur ; le rapport de transformation « stator-rotor » dépend du rapport du nombre de spires.

D'où

$E_2 = E_1 \times \frac{N_2}{N_1}$	<ul style="list-style-type: none">E₁ tension au stator par phaseN₁ nombre de spires par phase au statorE₂ tension au rotor par phaseN₂ nombre de spires par phase au rotor
------------------------------------	---

- La puissance fournie par la poulie du moteur est proportionnelle :
 - à la tension par phase du rotor
 - à l'intensité par phase du rotor
 - au nombre de phases du rotor

ROTORS BOBINES

REGLES CONCERNANT LE BOBINAGE DES ROTORS

Si le stator et le rotor d'un moteur asynchrone peuvent être bobinés avec un nombre différent de phases , ils doivent en revanche, répondre aux conditions suivantes :

- avoir **le même nombre de pôles**
- comprendre **un nombre différent d'encoches par pôles, par phase**

NOTA

- Ces nombres sont en principe choisis premiers entre eux, afin d'éviter les variations brusques du flux dans les conducteurs.
- Pour amortir ces variations, certains constructeurs font en outre des **encoches obliques** soit au **rotor**, soit au **stator**.
- Afin d'équilibrer mécaniquement l'enroulement du rotor, on dispose chaque fois que cela est possible, les entrées de phases à 120° géométriques les unes des autres. Cette variante des entrées et sorties ne doit rien changer au sens du courant dans les faisceaux.

Règles

Dans un enroulement triphasé, on peut disposer les trois phases à 120° géométriques chaque fois que le nombre de pôles n'est pas un multiple de 3.

NOTA :

- En cherchant à disposer les entrées de phases à 120° géométriques, il n'est pas toujours possible de respecter l'ordre normal des phases, ceci dépend de la polarité.

ROTORS BOBINES

(voir croquis 1.2.3.4)

<p>Rotor 4 pôles entrées en E_1, E_3, E_2 E'_2 à 120° électriques On reporte l'entrée en E_2 à 480° électriques mais à 120° géométriques de E_3</p>	<p>Rotor à 8 pôles entrées en E_1, E_2, E_3 E'_2 et E'_3 à 120° électriques on les reporte en E_2 et E_3 à 360° et 720° électriques mais chaque entrée à 120° géométriques</p>
---	---

ROTORS BOBINES

Rotor à 10 pôles	Rotor à 14 pôles
Entrées en E_1, E_3, E_2	Entrées en E_1, E_2, E_3

ROTORS BOBINES

Remarque :

- Le décalage entre (l'entrée de phase à 120° électriques) et l'entrée réelle à 120° géométriques est toujours égale à 360° électriques ou multiple de 360° électriques.

RECHERCHE – CALCUL DE SCHEMA DE ROTORS BOBINES

Les rotors pouvant être bobinés :

- Soit à plan
- Soit en enchevêtré
- Soit en manteau

Les méthodes de recherche, de calculs sont les mêmes que celles utilisées pour les stators. Sauf le décalage des entrées de phase à 120° géométriques lorsqu'il est réalisable.

Les couplages entre bobines (sauf cas particuliers que nous verrons ensuite) sont identiques à ceux des stators.

ROTORS BOBINES

APPLICATIONS

- 1/ Vous devez réaliser le schéma de bobinage du rotor d'un moteur asynchrone triphasé. Le moteur comporte 24 encoches, 4 pôles, l'enroulement est réparti sur deux plans, couplage entre bobines série, couplage entre phases étoile.

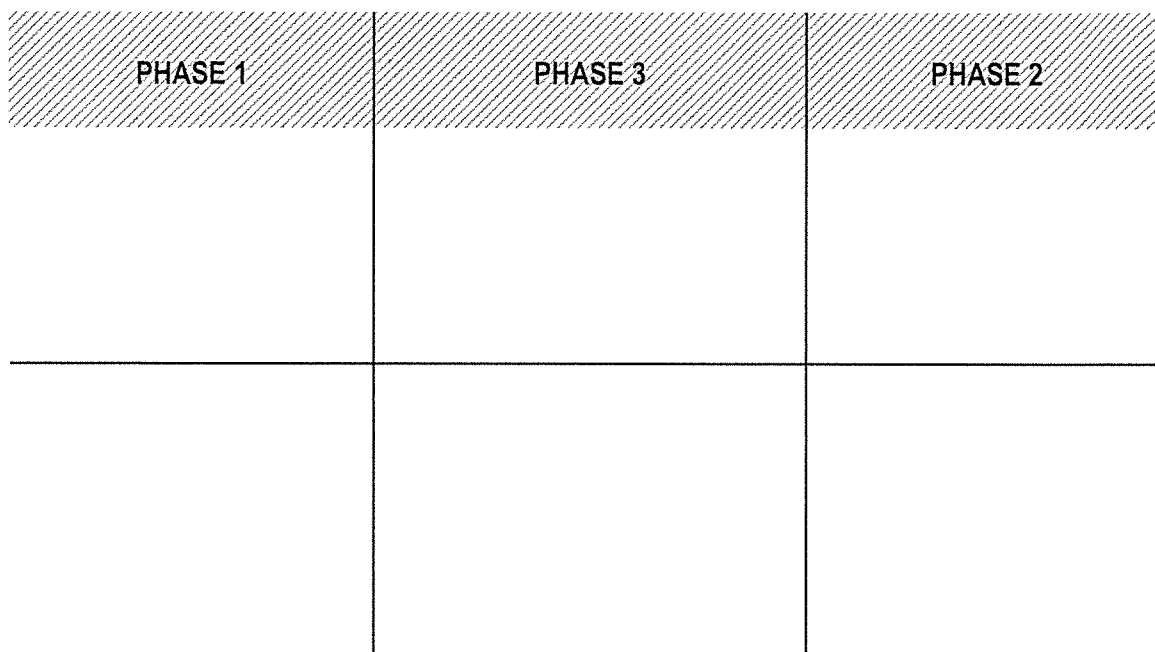
TRAVAIL DEMANDE

- 1) Calculs de l'enroulement
- 2) Schéma numérique
- 3) Schéma panoramique

Calculs de l'enroulement

ROTORS BOBINES

Schéma numérique



ROTORS BOBINES

Schéma panoramique

Rotor de moteur asynchrone triphasé 4 pôles consécutifs bobinage sur 2 plans

NOTA

- Les entrées de phase sont à 120° géométriques
- Sur un stator avec décalage entre entrées à 120° électriques, elles auraient été placées en 1 – 5 – 9 :
1 E₁ ; 5 E₂ ; 9 E₃
- On voit que l'encoche 17 est électriquement identique à l'encoche 5

ROTORS BOBINES

- 2/ Vous devez réaliser le schéma de bobinage du rotor d'un moteur asynchrone triphasé. Le rotor comporte 36 encoches, 6 pôles, l'enroulement est réparti sur 2 plans, couplage entre bobines série, couplage entre phases étoile.

TRAVAIL DEMANDE

- 1) Calculs de l'enroulement
- 2) Schéma numérique
- 3) Schéma panoramique

Calculs de l'enroulement

ROTORS BOBINES

Schéma numérique

PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3

ROTORS BOBINES

Schéma panoramique

Rotor de moteur asynchrone triphasé 6 pôles consécutifs sur 2 plans

NOTA

- On a dit que lorsque la polarité était multiple de 3, que le décalage des entrées à 120° géométriques était impossible.
- La preuve : si décalage à 120° géométriques donc 12 encoches d'où entrées en 2 – 14 – 26 on voit que l'on est toujours sur la même phase ➡ **donc ce n'est pas possible**

ROTORS BOBINES

- 3/ Vous devez réaliser le schéma de bobinage d'un rotor de moteur asynchrone triphasé. Le rotor comporte 24 encoches, 4 pôles conséquents, l'enroulement est réalisé en fils ronds en enchevêtré (à bobine à sections à pas égaux ; bobines enchevêtrées). Le couplage entre bobines est série, le couplage étoile est réalisé à l'opposé des bagues et des mises en série.

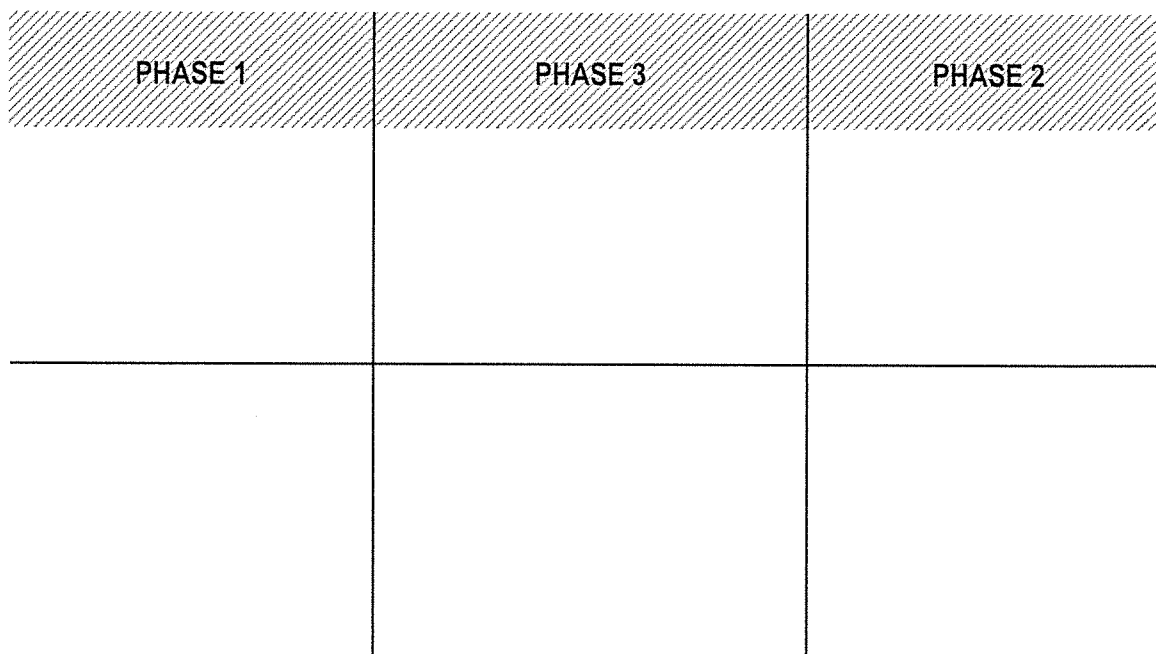
TRAVAIL DEMANDE

- 1) Calculs de l'enroulement
- 2) Schéma numérique
- 3) Schéma panoramique

Calculs de l'enroulement

ROTORS BOBINES

Schéma numérique



ROTORS BOBINES

Schéma panoramique

Rotor de moteur asynchrone triphasé 4 pôles conséquents, 24 encoches enroulement à bobines enchevêtrées

NOTA

- La disposition du point neutre (étoile) à l'opposé des bagues est possible du fait que le bobinage est réalisé en fils ronds (on ajoute ou on retranche une demi-spire). Cette disposition particulière facilite le maintien des connexions.

ROTORS BOBINES

- 4/ Vous devez réaliser le schéma de bobinage du rotor d'un moteur asynchrone triphasé. Le rotor comporte 18 encoches, 2 pôles, enroulement en manteau pas raccourci de 1 par rapport au pas polaire couplage parallèle entre bobines, étoile entre phases.

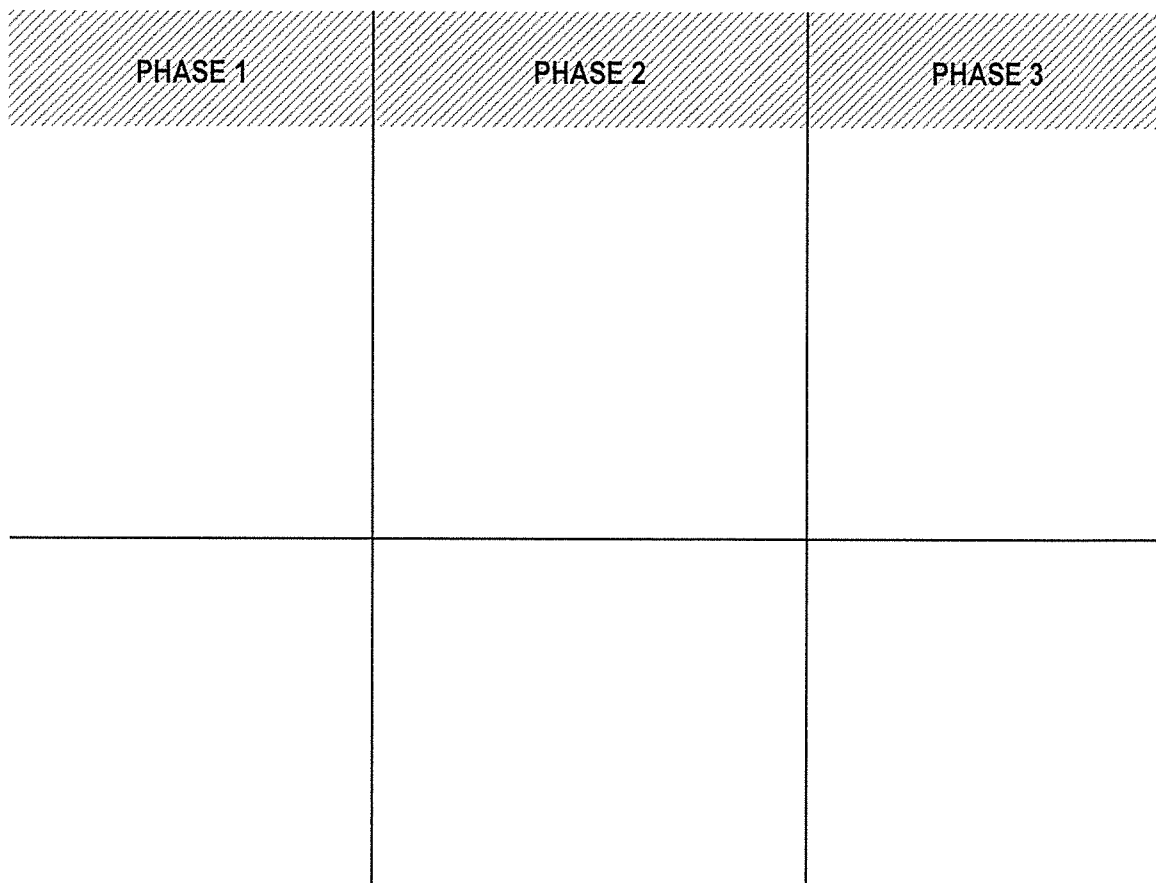
TRAVAIL DEMANDE

- 1) Calculs de l'enroulement
- 2) Schéma numérique (aux encoches – aux faisceaux)
- 3) Schéma panoramique

Calculs de l'enroulement

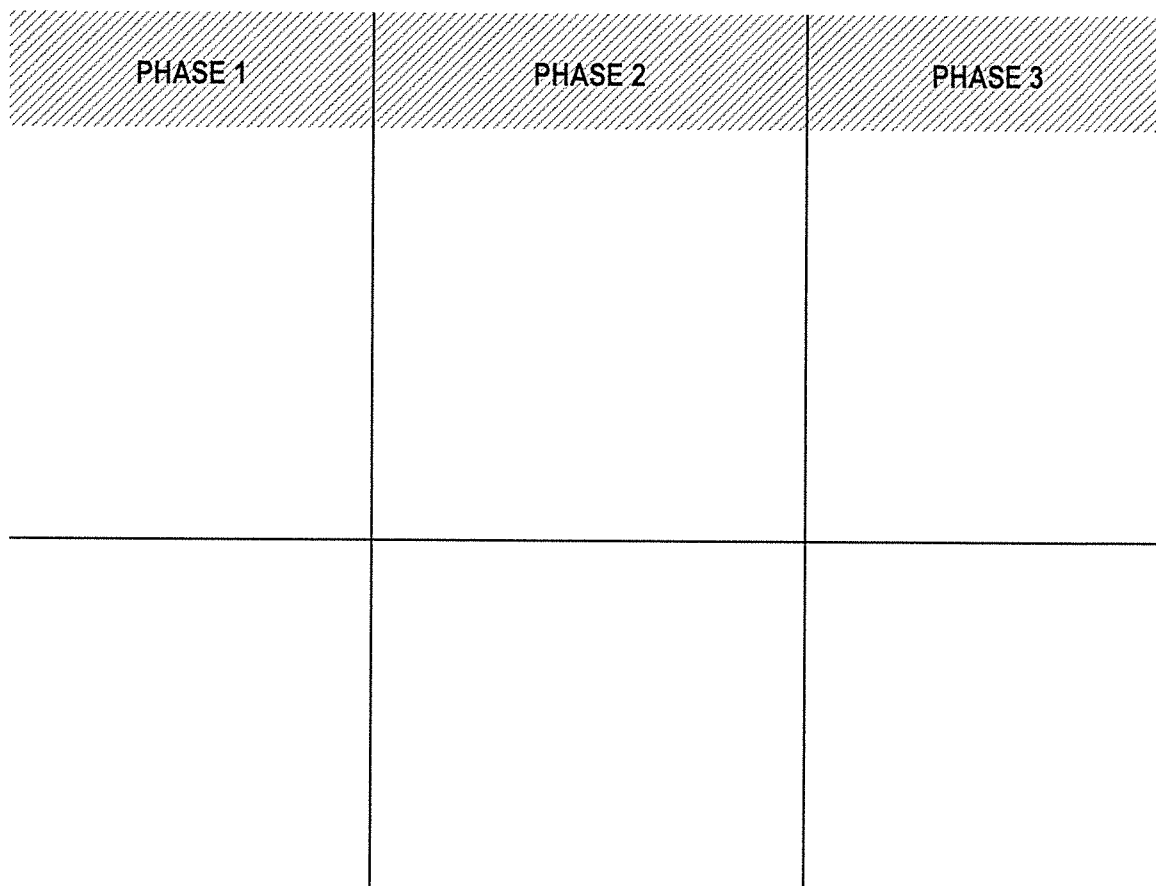
ROTORS BOBINES

Schéma numérique aux encoches



ROTORS BOBINES

Schéma numérique aux faisceaux



ROTORS BOBINES

Schéma panoramique

Rotor de moteur asynchrone triphasé 2 pôles, 18 encoches enroulement en manteau couplage parallèle

ROTORS BOBINES

EXERCICES D'APPLICATION

- 1/ Vous devez réaliser le schéma de bobinage du rotor d'un moteur asynchrone triphasé. Le rotor comporte 24 encoches, 8 pôles, l'enroulement à pôles conséquents est à sections enchevêtrées. Le couplage entre bobines est série.

TRAVAIL DEMANDE

- 1) Calculs de l'enroulement
- 2) Schéma numérique
- 3) Schéma panoramique



- 2/ Vous devez réaliser le schéma de bobinage du rotor d'un moteur asynchrone triphasé. Le rotor comporte 36 encoches, 6 pôles, l'enroulement à pôles alternés est à sections enchevêtrées, le pas est allongé de 1. Couplage en bobines série parallèle (2 groupes en parallèle).

TRAVAIL DEMANDE

- 1) Calculs de l'enroulement
- 2) Schéma numérique
- 3) Schéma panoramique

NOTA

- Il est évident que dans les deux exercices le couplage entre phases est « étoile ».

ROTORS BOBINES

CORRIGES PARTIELS DES DEUX EXERCICES

1) CALCULS SIMPLIFIES

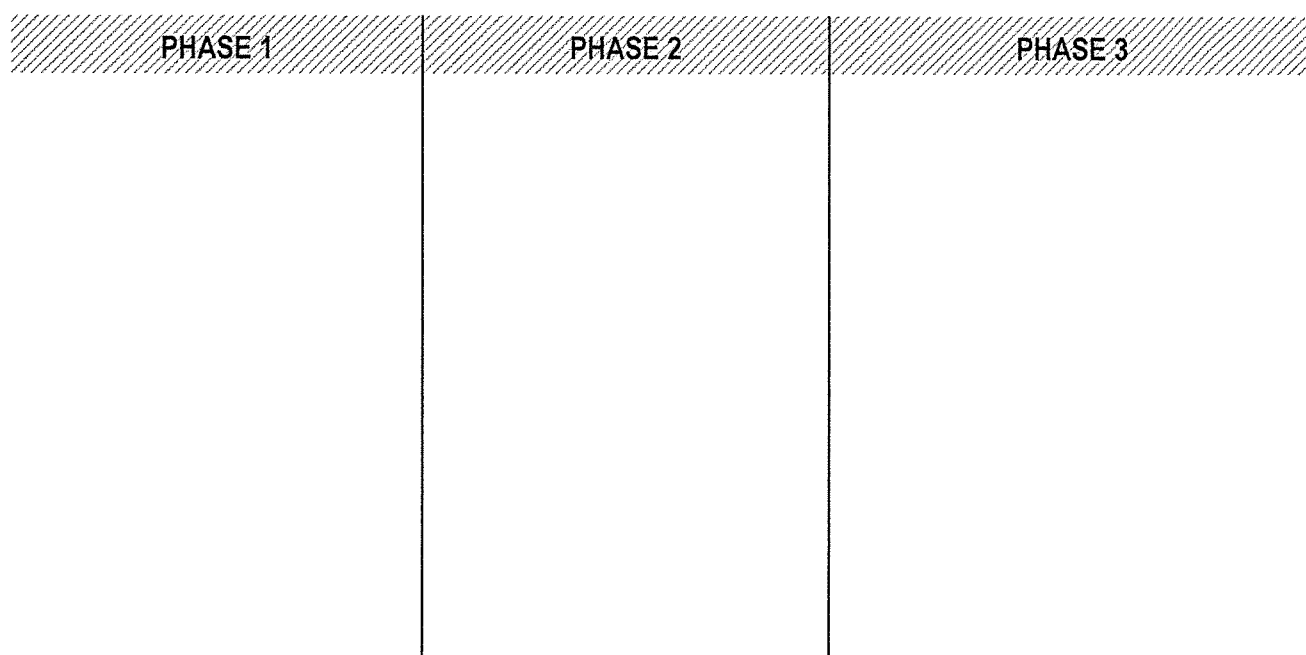
Schéma numérique

PHASE 1	PHASE 2	PHASE 3

ROTORS BOBINES

2) CALCULS SIMPLIFIES

Schéma numérique



CAS PARTICULIERS

ENROULEMENT AVEC BARRES DE RETOUR OU BARRES D'IMBRICATION

Pour supprimer les connexions de mise en série dans les enroulements ondulés, on a recours aux « barres d'imbrication ». Dans ce cas, les entrées et sorties de phases se font de part et d'autre du rotor.

Pour obtenir ce résultat, on supprime une barre à chaque phase dans des encoches placées à 120° géométriques sur la périphérie de l'induit. Il est évident que le bobinage est à deux faisceaux par encoche.

La barre qui reste est inclinée, elle est inférieure d'un côté, supérieure de l'autre ; **sa forme est imbriquée**.

Coupe simplifiée d'une encoche avec barre de retour

NOTA

- Les baïonnettes en matière isolante servent au calage de la barre de retour dans l'encoche.

Remarque

- Malgré les avantages que peuvent présenter ces dispositions, les enroulements ondulés avec barres de retour sont peu employés en raison du bruit que produisent ces machines lorsqu'elles sont poussées. On se limite donc à quelques kilowatts.

ROTORS BOBINES

Schéma partiel 1 phase représentée de l'enroulement d'un rotor de moteur asynchrone triphasé, 4 pôles, 24 encoches 2 faisceaux par encoche, 3 barres d'imbrication

ROTORS BOBINES

ETUDE DU SCHEMA SIMPLIFIE (sur schéma page précédente)

Couplage d'un phase – numérique aux faisceaux

Liaisons aux faisceaux phase 1

Liaisons (arrière)					Liaisons (avant)			
Côté opposé aux bagues					Côté bagues (côté entrée)			

NOTA

- Lorsque l'on a parcouru la moitié de l'enroulement par la barre d'imbrication on inverse le sens du déplacement.
- On obtient les quatre pôles.
- Il n'y a pas de connexions entre bobines ; c'est la barre d'imbrication qui fait la connexion de retour et permet d'obtenir la polarité.

REMARQUE

Ce mode de couplage est exceptionnel et uniquement utilisé pour certains rotors à usage particulier et de petite puissance.

ROTORS BOBINES

Schéma de bobinage d'un rotor de moteur triphasé 24 encoches 4 pôles bobinage à barres enroulement « ondulé rétrograde »
couplage étoile

ROTORS BOBINES

ETUDE DU SCHEMA PAGE 26

1) Calculs simplifiés

2) Schéma numérique aux faisceaux

(Continuité d'une phase exemple la phase 1)

Liaisons (arrière)

Liaisons (avant)

ROTORS BOBINES

3) Schéma de principe d'une phase

NOTA

Il n'y a qu'une connexion en utilisant ce procédé.

CONCLUSION

*En règle générale, la recherche , les calculs des schémas de rotors bobinés triphasés sont identiques aux recherches et calculs des enroulements statoriques. **Sauf**, le décalage entre les entrées et sorties de phases qui est de 120° géométriques à chaque fois que cela est possible (voir règle).*

Quelques cas de « couplages particuliers » qui permettent de réduire, voire d'éliminer les connexions de mise en série, sont utilisés (voir les exemples). Ceci dans des cas spécifiques.

Le couplage entre phases, sauf cas particulier (extrêmement rare) est toujours étoile.

Les rotors 2 polarités (couplage « Dalhander ») sont très rares.