

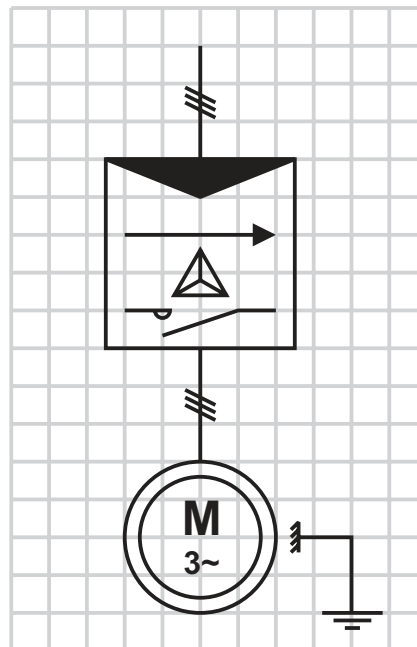
Démarrage étoile - triangle

1. Problématique

La *SPCC* (Société de Production et de Conditionnement de Cosmétiques) dispose d'équipements avec des moteurs de puissance plus importante que ceux étudiés jusqu'ici. Lors de leur démarrage, l'appel de courant provoque des chutes de tension se traduisant par le clignotement de l'éclairage. Afin de limiter cet appel de courant on réalise un démarrage étoile - triangle.

2. Symbole

Le symbole fonctionnel d'un démarreur étoile - triangle automatique un sens de rotation commandé par contacteurs est le suivant :



La partie triangulaire noircie signifie que le démarrage est automatique, c'est-à-dire que la commutation entre les couplages étoile et triangle se fait sans intervention de l'opérateur.

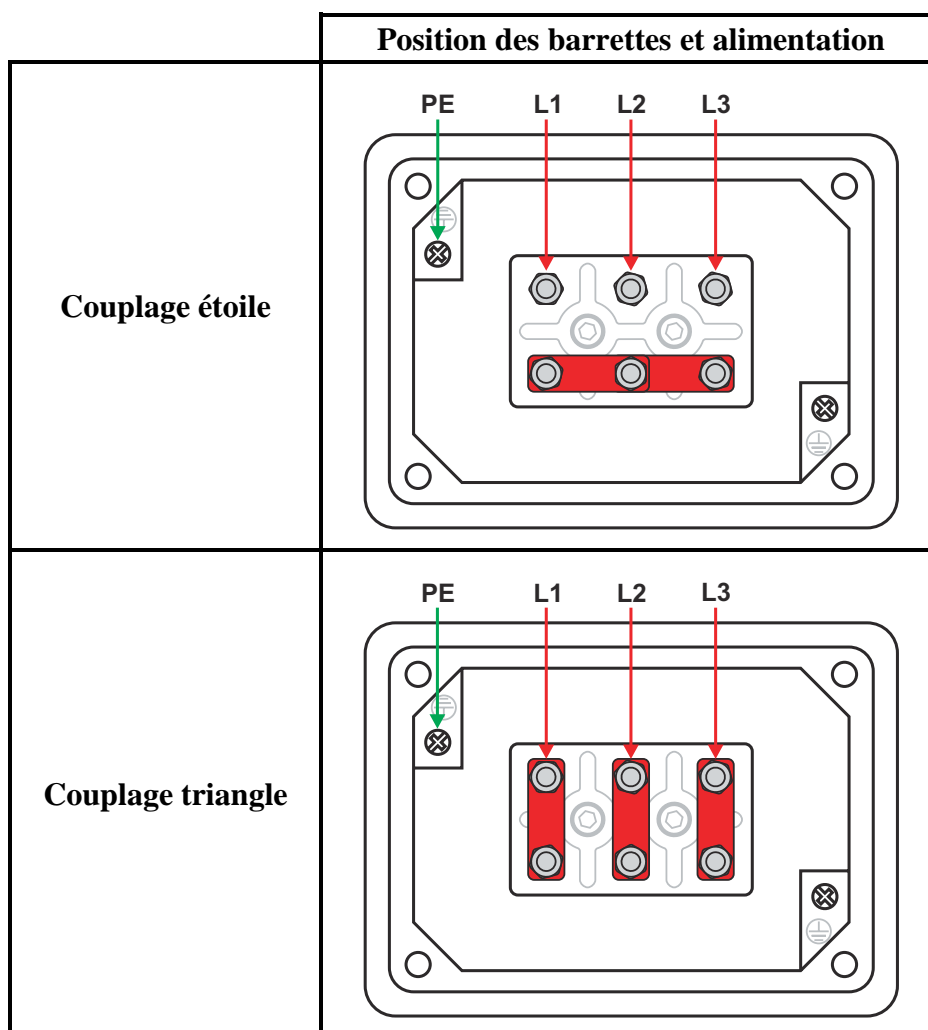
3. Rappel : couplage des machines triphasées

Chacun des enroulements d'un moteur triphasé est un récepteur monophasé indépendant. La tension nominale pour laquelle chacun des enroulements est conçu est la tension la plus faible indiquée sur la plaque signalétique (exemple : 230 V pour un moteur 230 / 400 V). Le couplage d'un moteur triphasé consiste à faire en sorte que chacun des récepteurs monophasés élémentaires qui le compose soit alimenté sous sa tension nominale.

Complétez le tableau suivant en indiquant quel(s) couplage(s) vous allez adopter pour alimenter correctement un moteur asynchrone triphasé.

		Tension du réseau d'alimentation	
		<u>230</u> / 400 V	<u>400</u> / 690 V
Tension nominale du moteur	<u>130</u> / 230 V	<i>impossible</i>	<i>impossible</i>
	<u>230</u> / 400 V	<i>étoile</i>	<i>impossible</i>
	<u>400</u> / 690 V	<i>triangle</i>	<i>étoile</i>

Complétez les figures suivantes en représentant la position des barrettes de couplage pour obtenir les couplages demandés ainsi que les arrivées de courant (phases *L1*, *L2*, *L3* et *PE*).



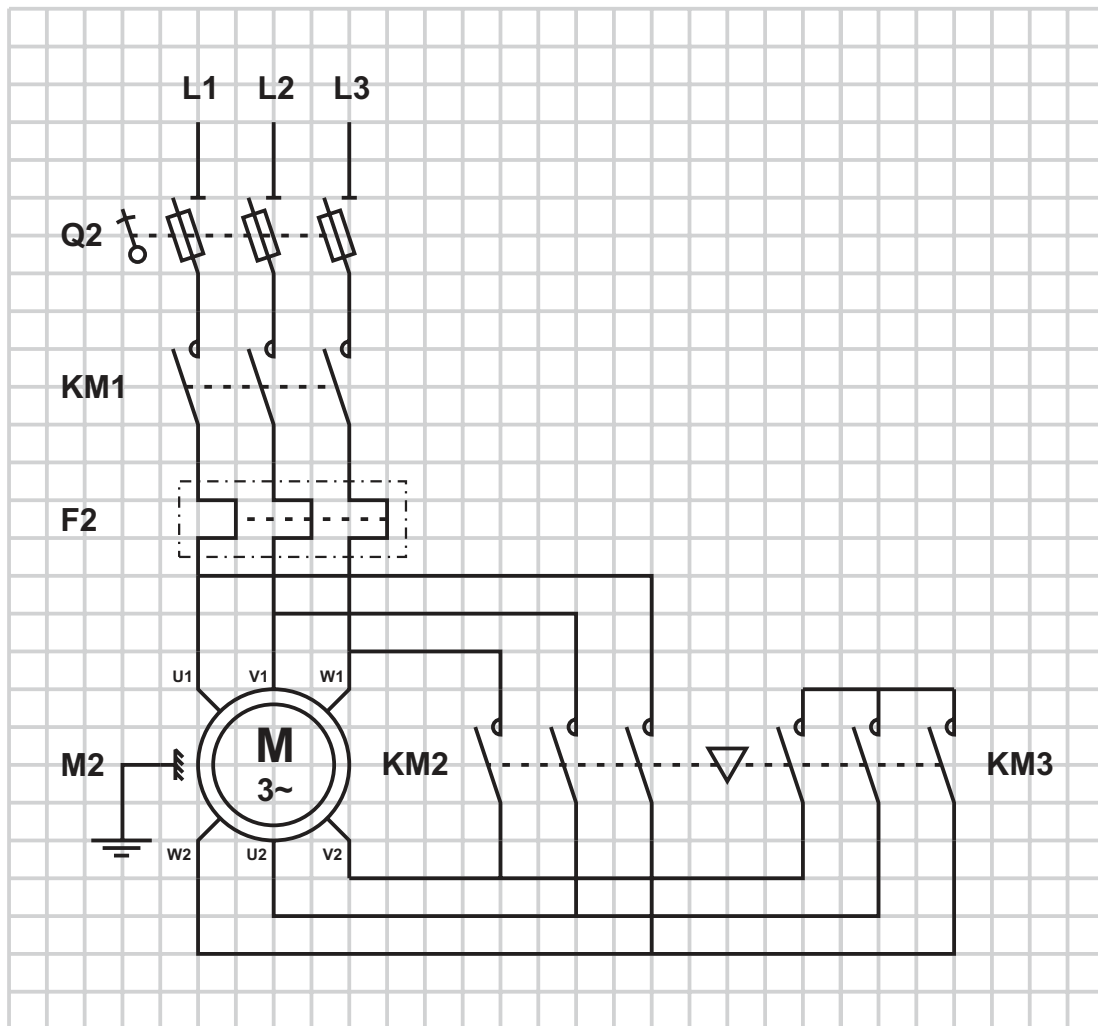
4. Schéma de puissance

L'obtention d'un démarrage étoile - triangle passe par l'alimentation en étoile d'un moteur triphasé prévu pour être alimenté normalement en triangle. Chacune des bobines élémentaires du moteur se trouve donc alimentée sous tension réduite. L'appel de courant au démarrage est donc lui aussi réduit dans les mêmes proportions. Après avoir atteint une certaine vitesse, ou après qu'un certain temps se soit écoulé, le moteur est couplé en triangle. Il est maintenant alimenté sous sa tension nominale et fournit donc son couple nominal.

A partir des illustrations précédentes, que se passerait-il en cas de couplage simultané étoile et triangle ? Que faire pour éviter cette situation ?

En cas de couplage simultané étoile ET triangle, nous sommes en présence d'un court-circuit entre phases. Pour éviter cette situation, nous allons placer un verrouillage mécanique entre le contacteur réalisant le couplage étoile et celui qui réalise le couplage triangle. Un verrouillage électrique doit aussi être ajouté dans le circuit de commande entre ces deux contacteurs.

Tracez ci-dessous le schéma de puissance d'un démarrage étoile - triangle.

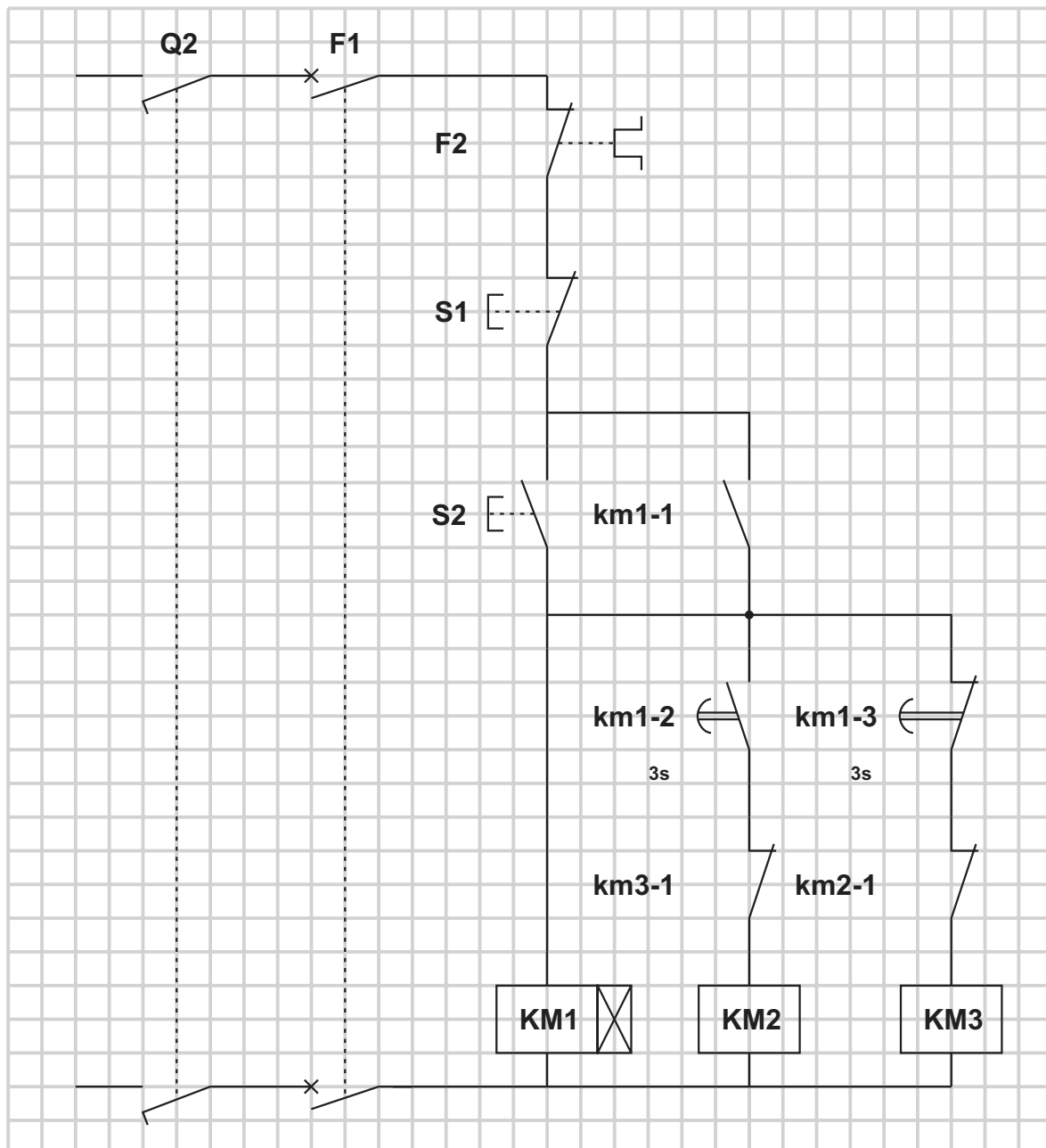


5. Schéma de commande

Tracez ci-après le schéma de commande associé au démarrage étoile - triangle dont le schéma de puissance a été étudié précédemment et répondant au cahier des charges suivant :

- La mise sous tension du moteur **M2** se fait en appuyant sur le bouton-poussoir **S2**,
- Le moteur **M2** démarre couplé en étoile durant 3 secondes,
- Après écoulement de la temporisation de 3 secondes, le moteur est couplé automatiquement en triangle,
- Le bouton-poussoir **S1** permet la mise à l'arrêt du moteur quelle que soit la phase du démarrage,

- Suite à une panne de courant, lors du retour de la tension d'alimentation, le moteur ne doit pas redémarrer tout seul,
- La fonction arrêt est prioritaire sur la fonction marche (l'appui simultané sur les boutons-poussoirs marche (*S2*) et arrêt (*S1*) ne doit pas mettre le moteur sous tension),
- Un défaut thermique (échauffement du moteur dû à des démarrages trop fréquents, à une surcharge...) détecté par le relais thermique *F2* provoquera une mise à l'arrêt automatique du moteur,
- L'ouverture du sectionneur porte-fusibles *Q2* provoquera la mise hors tension de la commande avant l'ouverture des pôles principaux du sectionneur,
- Le circuit de commande est protégé par un disjoncteur repéré *F1*.



Plusieurs variantes de schéma de commande sont possibles pour obtenir un fonctionnement identique.

6. Description du fonctionnement

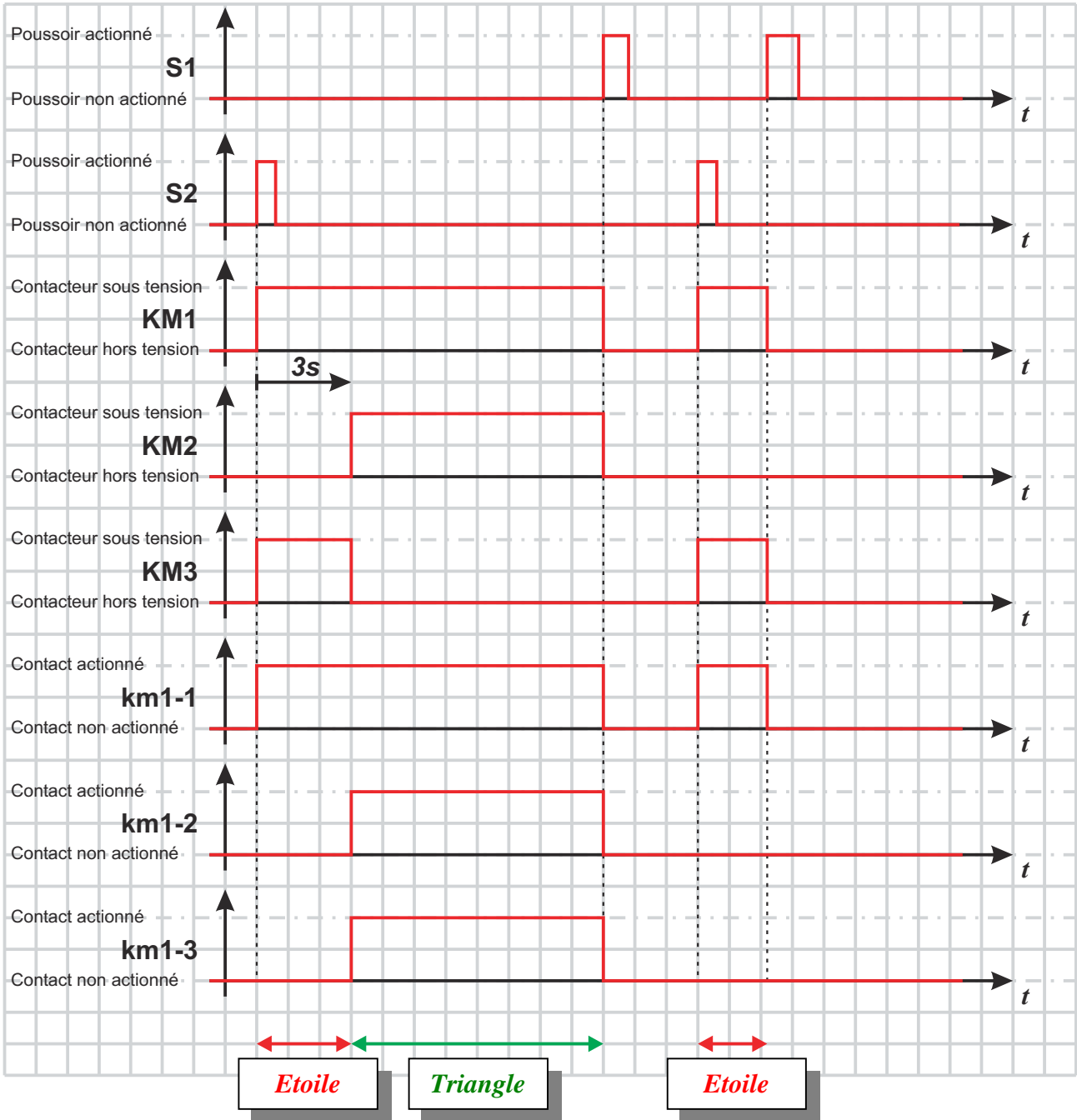
Décrire ce qui se passe lorsque l'utilisateur met en marche le moteur.

Lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton-poussoir S2, la bobine du contacteur KM1 est alimentée. Le contact km1-1 se ferme et maintient l'alimentation de KM1 lorsque l'utilisateur relâche S2 (auto-alimentation). La bobine du contacteur KM3 est alimentée en même temps que celle de KM1. Le moteur démarre couplé en étoile. Trois secondes après la mise sous tension de KM1, le contact km1-3 s'ouvre (bobine de KM3 mise hors tension), le contact km1-2 se ferme (bobine de KM2 mise sous tension). Le moteur est maintenant couplé en triangle. Le verrouillage électrique formé par km2-1 et km3-1 permet d'éviter la fermeture simultanée des contacteurs KM2 et KM3 évitant ainsi un court-circuit. Le démarrage est terminé.

L'appui sur le bouton-poussoir S1 (ou l'ouverture de F2 suite à un échauffement anormal du moteur) ouvre le circuit d'alimentation de la bobine de KM1. La bobine du contacteur n'étant plus alimentée, les pôles principaux s'ouvrent, le moteur est mis hors tension. Les contacteurs KM2 et KM3 sont mis hors tension en même temps que KM1.

7. Chronogramme

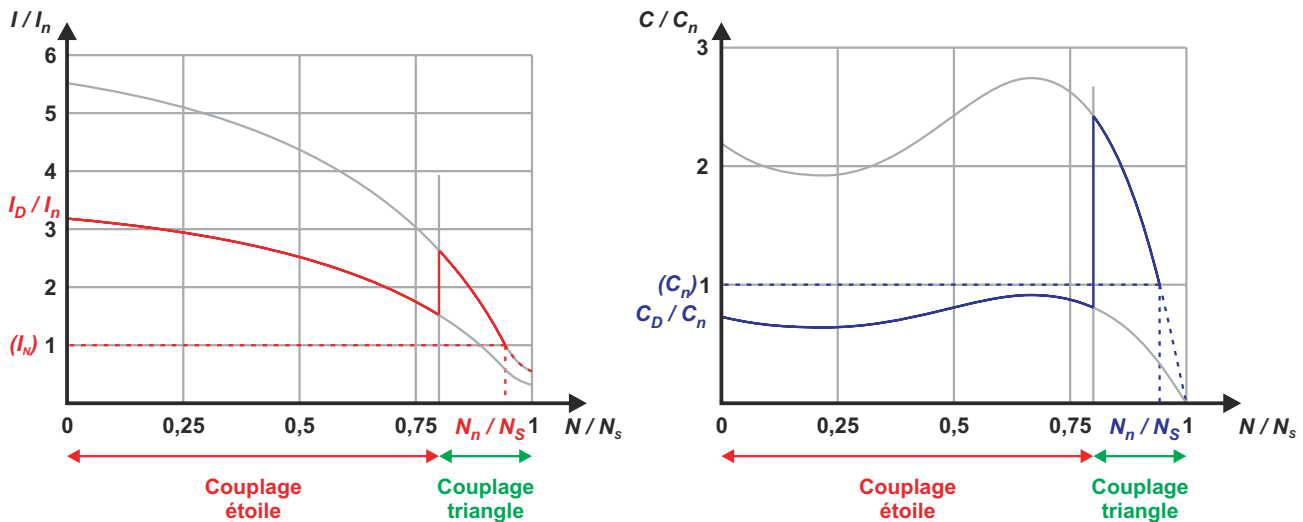
Complétez le chronogramme ci-dessous conformément au fonctionnement du système.



Repassez en rouge la flèche indiquant un couplage en étoile et en vert celle indiquant un couplage en triangle.

8. Courbes caractéristiques

Repassez en rouge la courbe caractéristique du courant en fonction de la vitesse et en bleu la caractéristique du couple en fonction de la vitesse pour un démarrage étoile - triangle.



9. Avantages – inconvénients

Parmi les avantages des démarrages étoile - triangle :

- Réduction du courant de démarrage d'un facteur $\sqrt{3}$ (exemple : un moteur absorbant un courant au démarrage de 7,5 A en démarrage direct, n'absorbera plus que 4,3 A en démarrage étoile - triangle),
- Coût réduit (composants « classiques »),
- Simplicité de mise en œuvre par rapport à un démarreur électronique, ne nécessite pas de compétences spécifiques.

Les inconvénients des démarrages étoile - triangle sont les suivants :

- Couple au démarrage réduit d'un facteur 3 (exemple : un moteur ayant un couple de démarrage de 93,3 N . m en démarrage direct n'aura plus qu'un couple de 31,1 N . m en démarrage étoile - triangle), donc non adapté au démarrage de charges nécessitant un couple constant (treuil, levage, convoyeurs...),
- Câblage plus complexe qu'un démarrage direct.

Le démarreur étoile - triangle peut être couplé à un démarreur deux sens de rotation pour obtenir un démarreur étoile - triangle fonctionnant dans les deux sens de rotation.