

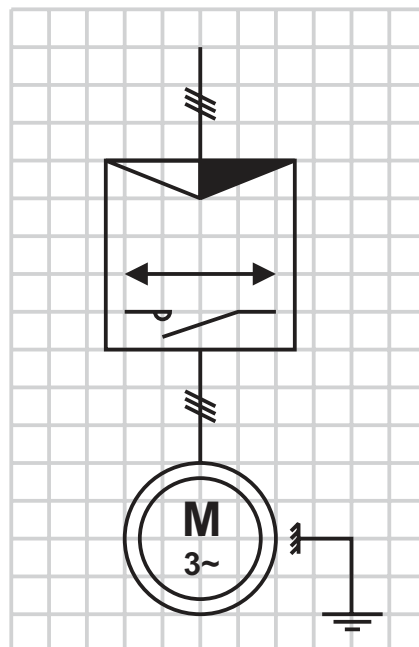
Démarrage direct, deux sens de rotation

1. Problématique

La chute accidentelle d'un objet dans la cuve du malaxeur utilisé dans le laboratoire de développement nouveaux produits de la **SPCC** conduit souvent au blocage du moteur. Pour le débloquer, il suffit de le faire tourner dans l'autre sens quelques instants. La modification étudiée ici portera sur la possibilité d'inverser le sens de rotation du moteur du malaxeur.

2. Symbole

Le symbole fonctionnel d'un démarrage direct deux sens de rotation commandé par contacteurs est le suivant :



La double flèche indique deux sens de rotation, le symbole du contacteur sous cette dernière indique une commande classique par contacteur, le triangle à-demi noir en haut du carré indique un démarrage semi-automatique.

3. Schéma de puissance

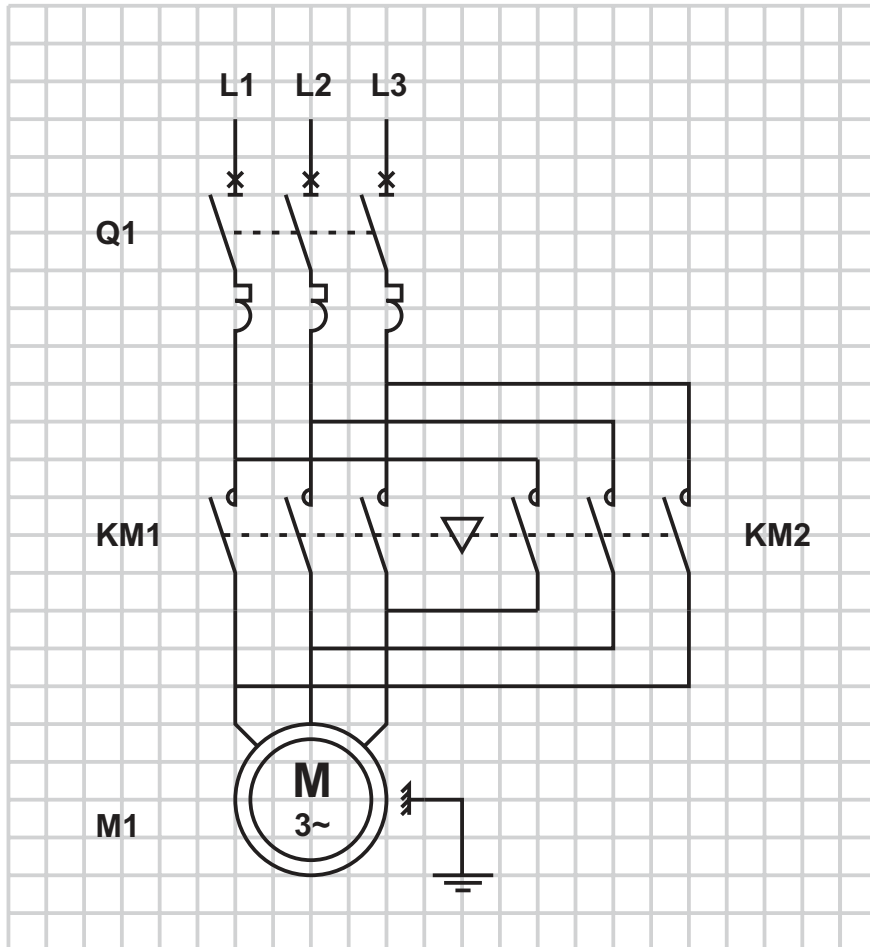
Lors de l'étude des moteurs nous avons vu que pour changer le sens de rotation d'un moteur, il suffit d'invertir deux phases de son alimentation. Nous utilisons donc un contacteur pour l'un des sens de rotation et un second pour l'autre.

Nous avons vu que les deux contacteurs ne devaient jamais être fermés simultanément sous peine de faire un court-circuit. Afin d'éviter que cela ne se produise, nous utiliserons un « verrouillage mécanique ». Lorsque l'un des contacteurs est « collé » (bobine mise sous tension), le second ne peut mécaniquement pas l'être. Graphiquement ce verrouillage est représenté par un triangle dont la pointe est tournée vers le bas entre les deux contacteurs qui se verrouillent mutuellement.

Une deuxième sécurité est réalisée électriquement en plaçant des « verrouillages électriques ». Ils sont réalisés en plaçant dans le circuit de commande en série avec chacune des deux bobines un contact *NC* du contacteur qui commande l'autre sens de rotation.

Nous sommes, comme dans le cas du démarrage direct un sens de rotation, limités à des charges qui acceptent une mise en route brusque. La différence est qu'ici nous avons deux sens de rotation qui sont possibles.

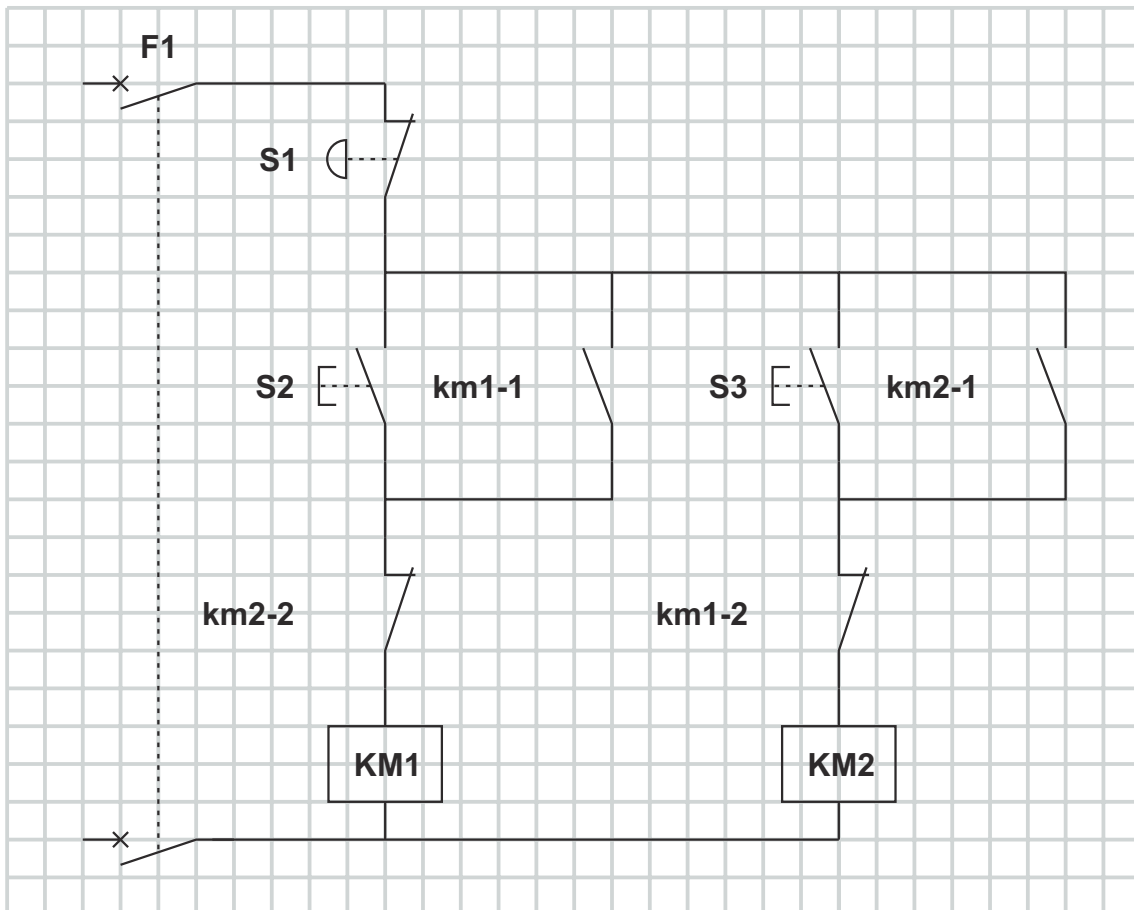
Tracez ci-dessous le schéma de puissance d'un démarrage direct deux sens de rotation. Nous adopterons une protection par disjoncteur sectionneur magnétothermique **Q1**, qui assurera la protection thermique du moteur, la protection de l'installation contre les courts-circuits et la fonction sectionnement qui garantit la sécurité des intervenants pour les opérations d'ordre électrique. La fonction commande sera assurée par les contacteurs **KM1** et **KM2**, le premier assurant la rotation dans le sens direct, le second dans le sens inverse.



4. Schéma de commande

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

- La mise sous tension du moteur dans le sens direct se fait par l'appui sur un bouton-poussoir **S2**,
- La mise sous tension du moteur dans le sens de rotation inverse se fait par l'appui sur un bouton-poussoir **S3**,
- L'arrêt du moteur, quel que soit son sens de rotation, se fait par l'appui sur le « coup de poing » (arrêt d'urgence) **S1**,
- Suite à une panne de courant, lors du retour de l'alimentation, le moteur ne doit pas redémarrer seul,
- La fonction arrêt est prioritaire sur la fonction marche (l'appui simultané sur les boutons-poussoirs marche (**S2** ou **S3**) et arrêt (**S1**) ne doit pas mettre le moteur sous tension).



5. Description du fonctionnement

Décrire ce qui se passe lors de l'appui sur le bouton-poussoir **S2**.

Lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton-poussoir S2, la bobine du contacteur KM1 est mise sous tension. Le contact km1-1 se ferme et maintient l'alimentation de la bobine de KM1 lorsque l'utilisateur relâche S2 (km1-1 est dit contact d'« auto-alimentation »). Le moteur est mis sous tension par les pôles principaux du contacteur KM1 et tourne dans le sens de rotation direct.

Décrire ce qui se passe si, à partir de la situation précédente, l'utilisateur appuie sur **S3**.

Si l'utilisateur appuie sur le bouton-poussoir S3 alors que le moteur tourne dans le sens direct, rien ne se passe. Le contact NC (normalement fermé) km1-2 est ouvert car la bobine de KM1 est sous tension ; il empêche l'alimentation de la bobine de KM2 (verrouillage électrique de KM2 par KM1).

Toujours à partir de la situation précédente, que se passe-t-il si l'utilisateur appuie sur **S1** ?

Si l'utilisateur appuie sur le coup de poing S1, l'alimentation de la bobine de KM1 est interrompue. Le contacteur revient à son état repos, le contact d'auto-alimentation km1-1 s'ouvre, le moteur s'arrête. Lorsque l'utilisateur relâche S1, le moteur reste à l'arrêt.

A partir de la situation du moteur à l'arrêt, décrire ce qui se passe lors de l'appui sur le bouton-poussoir **S3**.

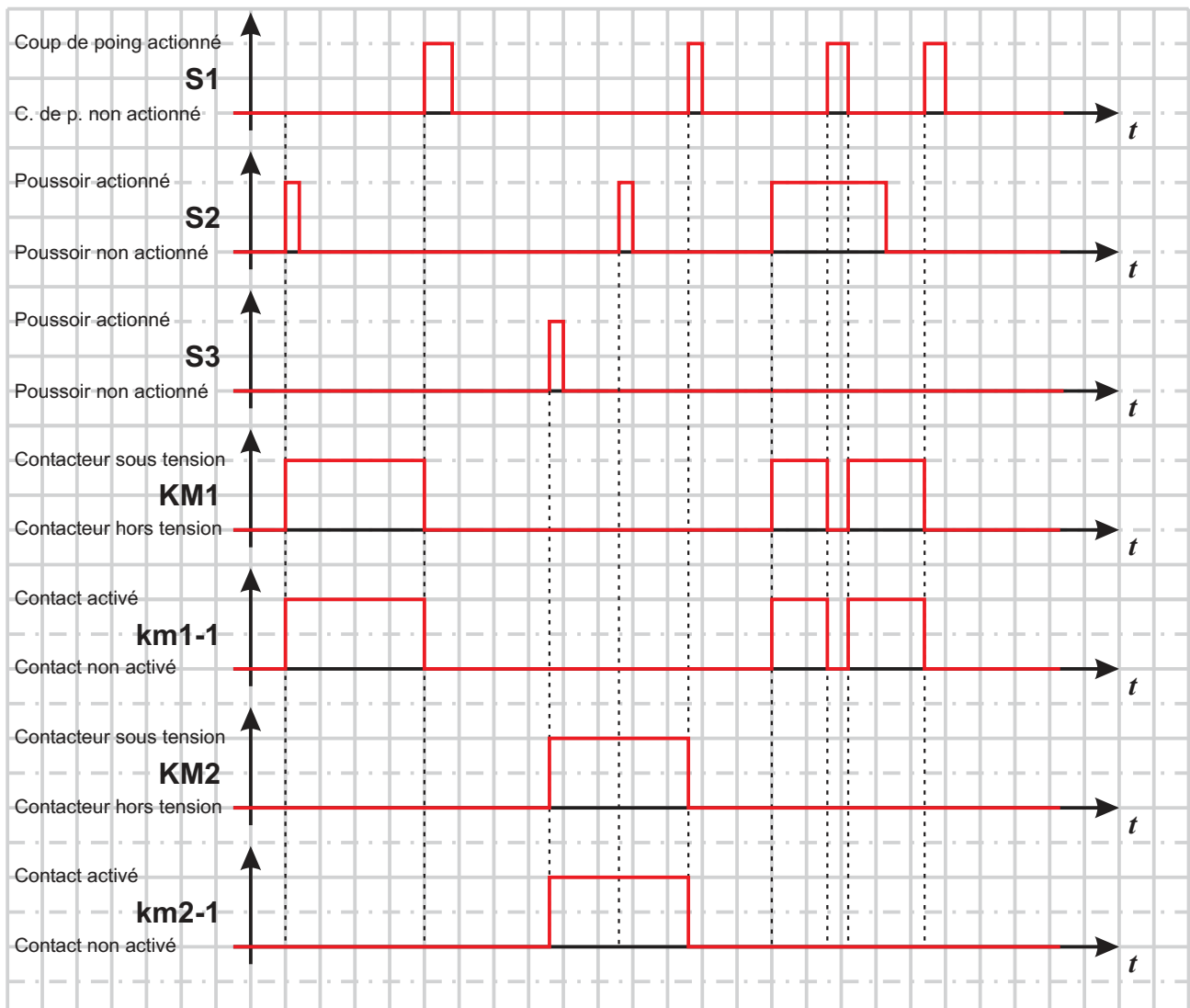
Lors de l'appui sur le bouton-poussoir S3, la bobine du contacteur KM2 est mise sous tension. Le contact km2-1 se ferme et maintient l'alimentation de la bobine du contacteur KM2 lorsque l'utilisateur relâche S3 (auto-alimentation). Le moteur est mis sous tension par les pôles principaux de KM2 et tourne dans le sens de rotation inverse. L'appui sur le bouton-poussoir S2 est sans effet puisque km2-2 est ouvert (verrouillage électrique de KM1 par KM2).

Toujours à partir de la situation précédente, que se passe-t-il si l'utilisateur appuie sur **S1** ?

Si l'utilisateur appuie sur le coup de poing S1, l'alimentation de la bobine du contacteur KM2 est interrompue, le contacteur retombe, le contact km2-1 s'ouvre, le moteur est mis hors tension. Lorsque l'utilisateur relâche S1, le moteur reste à l'arrêt.

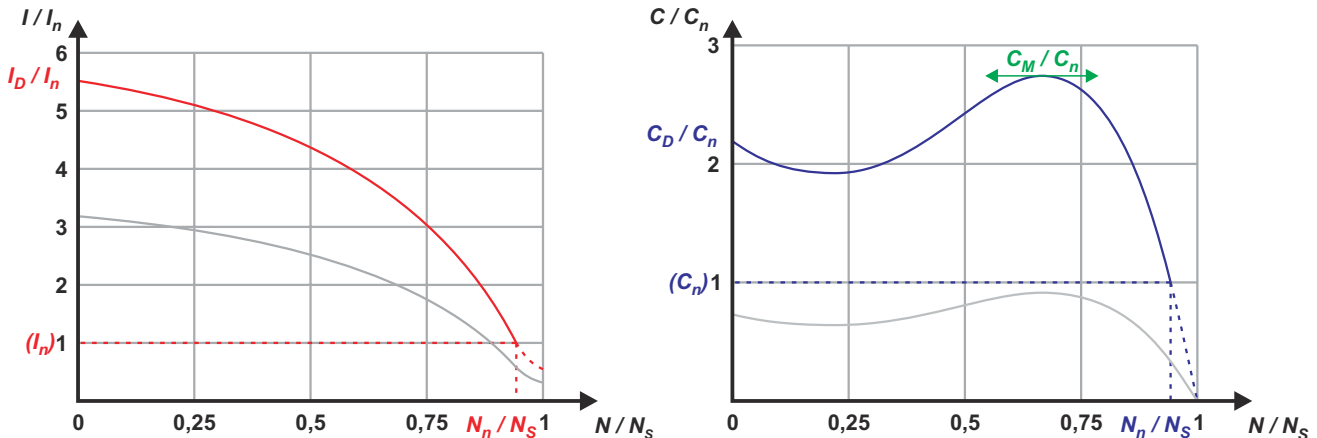
6. Chronogramme

Complétez le chronogramme ci-dessous en fonction des schémas précédents.



7. Courbes caractéristiques

Le démarrage direct, qu'il soit à un ou deux sens de rotation, impose au réseau un fort appel de courant à la mise sous tension du moteur. Il en est de même pour ce qui est du couple qui est très important au démarrage. Ce « surcouple » au démarrage entraîne une usure mécanique et des « à coups » de charge qui peuvent être problématiques pour certaines applications. Repassez en rouge la caractéristique du **courant en fonction de la vitesse** et en bleu la caractéristique du **couple en fonction de la vitesse**.



8. Avantages – inconvénients

Les avantages du démarrage direct deux sens de rotation sont :

- *Coût réduit, le matériel est basique,*
- *Couple de démarrage important (surcouple au démarrage),*
- *Simplicité de mise en œuvre, ne nécessite pas de compétences particulières pour être câblé et mis en route.*

En contre-partie, les inconvénients du démarrage direct deux sens de rotation sont :

- *Fort appel de courant à la mise sous tension du moteur qui peut perturber des équipements sensibles alimentés par le même départ,*
- *« Surcouple » au démarrage du moteur qui provoque des « à coups » de charge entraînant une usure mécanique importante,*
- *Utilisable seulement avec des moteurs de faible puissance (quelques kW au plus).*

9. Ajout d'options de commande supplémentaires

Comme pour le démarrage direct, il est possible d'ajouter des boutons-poussoirs de commande à distance en respectant les règles suivantes :

Les conditions de mise en marche (contacts NO) se placent en parallèle avec le bouton-poussoir marche et le contact d'auto-alimentation,

Les conditions de mise à l'arrêt (contacts NC) se placent en série avec le bouton-poussoir arrêt et l'éventuel contact du relais thermique s'il est présent.

10. Application

Nous allons reprendre le schéma de commande du paragraphe 4 en ajoutant les commandes suivantes : la mise sous tension du moteur dans le sens direct peut se faire, en plus de **S2**, par l'appui sur le bouton-poussoir repéré **S5**, la mise sous tension du moteur dans le sens de rotation inverse se fait par l'appui sur le bouton-poussoir **S6** (en plus de **S3**). L'arrêt du moteur, quel que soit son sens de rotation, se fait, en plus du bouton **S1**, par l'appui sur le second « coup de poing » **S4**. Ces commandes viennent sur une boîte à boutons afin de commander le malaxeur à partir d'une commande à distance. Tracez ci-dessous le schéma de commande ainsi modifié.

