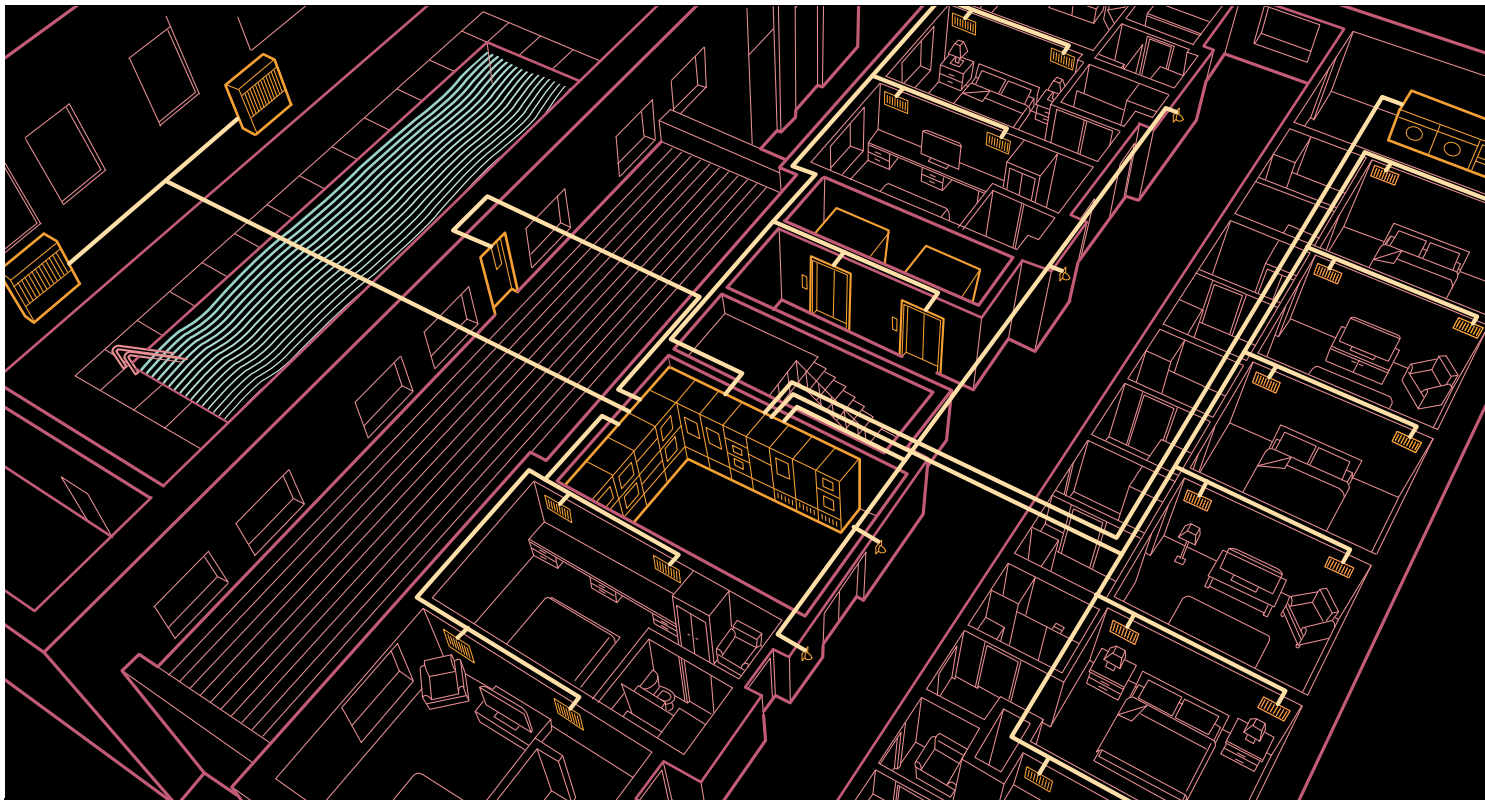




Livre blanc

Emax 2 Ekip Power Controller

Index

Introduction	2
1 Gestion des charges avec l'Ekip Power Controller	3
2 Facturation de l'électricité	4
3 Description du fonctionnement	6
3.1 Exemple de logique de fonctionnement	10
4 Réglages et raccordements	12
4.1 Scénario A : même tableau	16
4.1.1 Scénario A1 – raccordements filaires, charges contrôlées ≤ 5	16
4.1.2 Scénario A2 – raccordements filaires, charges contrôlées > 5	20
4.2 Scénario B : tableaux différents	24
4.2.1 Scénario B1 – raccordement à des disjoncteurs Emax 2 via l'Ekip Link	24
4.2.2 Scénario B2 – Raccordement via l'Ekip Link à 2 disjoncteurs Emax 2 et à l'Ekip Signalling 10K	25
4.3 Scénario C : raccordement avec deux transformateurs ...	27
5 Exemple d'application	30
6 FAQ	32

Introduction

La prise en compte attentive de la consommation d'énergie électrique représente aujourd'hui un engagement crucial, à la fois pour réduire les coûts liés à la consommation et pour les aspects associés à la durabilité environnementale.

Un contrôle automatique des charges basé sur la puissance absorbée constitue une solution optimale pour une réduction des coûts efficace.

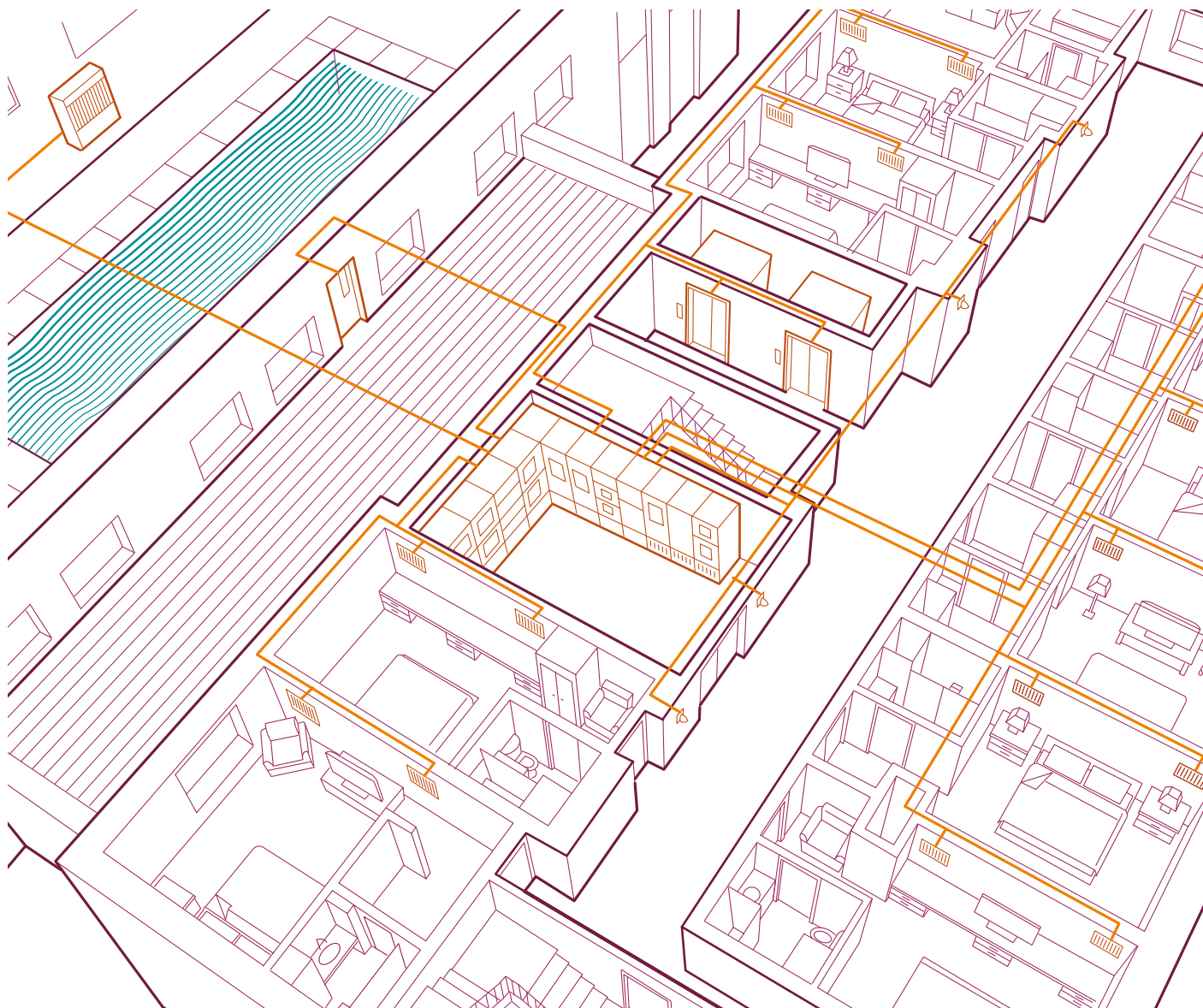
L'objectif de ces systèmes de contrôle est de moduler la demande en énergie électrique en évitant un fonctionnement non coordonné des charges.

Par exemple, pendant une chaude journée d'été, les climatiseurs peuvent commencer à fonctionner tous en même temps, ce qui entraîne des pics de consommation et des problèmes ultérieurs d'alimentation en énergie.

Pour ne pas dépasser la puissance contractuelle, l'utilisateur d'une installation peut se trouver en position de devoir augmenter la puissance contractuelle, avec une augmentation importante des coûts fixes. En outre, dans les pires cas, pour empêcher la protection contre les surcharges de se déclencher, l'installation doit être surdimensionnée.

Un système dédié au contrôle de charges classique peut demander l'installation d'un grand nombre de dispositifs de contrôle dédiés ; plus ce nombre est grand, plus le nombre de charges à contrôler est grand et plus l'installation électrique est complexe, ce qui entraîne la gestion individuelle de chaque charge.

Cela impliquerait une forte augmentation de l'investissement initial en plus de la complexité et de la durée de la conception et de la réalisation de l'application.



1. Gestion des charges avec l'Ekip Power Controller

L'**Ekip Power Controller**, disponible pour les nouveaux disjoncteurs ouverts **ABB** de type **Emax 2**, est la solution idéale pour la gestion des charges et représente un compromis idéal entre la fiabilité, la simplicité et l'efficacité économique.

Cette fonction est intégrée dans le déclencheur électronique déjà utilisé pour la protection contre les surintensités ; en conséquence, ni les systèmes de contrôle complexes ni la mise en œuvre de programmes logiciels dédiés ne sont nécessaires.

Cette fonction est basée sur un algorithme de calcul breveté qui permet de contrôler une liste de charges par la commande à distance de l'appareil de commutation concerné (disjoncteur, interrupteur-sectionneur, contacteur, etc.) ou d'un circuit de commande, en fonction d'une priorité définie par l'utilisateur sur la base de ses propres exigences et des types de charge.

L'algorithme est basé sur une absorption de puissance moyenne prévue qui peut être définie par l'utilisateur sur un intervalle temporel déterminé ; dès que cette valeur dépasse la puissance contractuelle, la fonction *Ekip Power Controller* intervient pour la ramener dans les limites.

Pour réaliser le système, il suffit que lors de l'installation, il existe un seul disjoncteur doté de cette fonction, installé comme disjoncteur principal sur l'installation BT de l'utilisateur : c'est ce disjoncteur qui décide, en fonction des paramètres définis et de l'énergie totale absorbée par le réseau, quelle charge doit être déconnectée et quand. En outre, le disjoncteur équipé de la fonction *Ekip Power Controller* ne doit pas seulement commander les appareils de commutation des charges passives, mais si nécessaire, il doit pouvoir commander également le dispositif générateur de réserve.

La commande à distance envoyée aux appareils en aval peut être exécutée de deux manières différentes :

- grâce à la solution filaire, en commandant les déclencheurs d'ouverture/de fermeture ou en agissant sur les commandes à moteurs des charges à gérer ;
- grâce à un système de communication dédié.

La possibilité de contrôler les charges en fonction d'une liste de priorités définie par l'utilisateur permet d'obtenir certains avantages importants du point de vue économique et technique :

- Économique : optimisation de la consommation d'énergie, consacrée au contrôle des coûts liés en particulier aux pénalités dues lorsque la puissance contractuelle est dépassée ou lorsque la puissance contractuelle est augmentée par le gestionnaire du réseau de distribution (GRD) en conséquence d'un dépassement répété des limites.
- Technique : possibilité d'absorption de puissance au-delà des limites contractuelles pendant de courtes périodes, et par ailleurs, gestion et contrôle de la consommation d'énergie qui dure longtemps. Il est donc possible de réduire la probabilité de dysfonctionnements dus aux surcharges pouvant entraîner, dans les cas les plus graves, l'inefficacité de l'installation tout entière en raison du déclenchement du disjoncteur principal BT.

L'objectif de ce livre blanc est de décrire les principales caractéristiques de la fonction *Ekip Power Controller*, de donner des indications sur les réglages et raccordements des différents composants du système et, à l'aide d'un exemple simple et convivial, de découvrir les potentialités de cette nouvelle fonction et les bénéfices associés.

2. Facturation de l'électricité

La facturation de l'électricité par les entreprises de distribution d'énergie se présente souvent sous forme d'une structure tarifaire en deux parties, une partie dépendant de la demande de puissance (kVA ou kW) tandis que l'autre dépend de l'énergie effectivement utilisée (kWh) au cours du cycle de facturation. L'énergie réactive (kvarh) est également enregistrée et facturée pour certaines entreprises de distribution d'énergie, car cela affecte la charge sur les lignes électriques. Par conséquent, les entreprises de distribution d'énergie facturent pour la demande maximale, l'énergie active et la puissance réactive utilisées (reflétées par le facteur de puissance) dans leur structure de facturation. De plus, d'autres dépenses fixes et variables sont prélevées.

La structure tarifaire comprend généralement les composants suivants :

- *Charges de demande maximale.* Ces charges concernent la demande de puissance maximale (kW) enregistrée pendant le mois/la période de facturation et le taux correspondant
- *Charges d'énergie.* Ces charges concernent l'énergie (kWh) consommée pendant le mois/la période de facturation et les taux correspondants. Certaines entreprises de distribution d'énergie facturent sur la base de l'énergie apparente (kVAh), de la somme vectorielle de l'énergie active (kWh) et réactive (kvarh)
- *Pénalité du facteur de puissance ou taux de bonification,* prélevée par la plupart des entreprises de distribution d'énergie, relative à la puissance réactive tirée du réseau
- *Charges d'ajustement du coût des carburants* prélevées par certaines entreprises de distribution d'énergie pour prendre en compte les augmentations des dépenses de carburant sur une valeur de référence de base
- *Charges de service d'électricité* prélevées en relation avec les unités consommées
- *Redevances de comptage*
- Les taux de *l'heure du jour* comme les heures de crête et creuses sont prédominants dans les dispositions de structure tarifaire de certaines entreprises de distribution d'énergie
- *Pénalités* pour le dépassement de la demande contractuelle
- *Surcharge* si la mesure est du côté BT dans certaines entreprises de distribution d'énergie.

L'analyse des données de facturation de l'entreprise de distribution d'énergie et la surveillance de ses tendances permet aux responsables d'identifier des moyens de réduire la facture d'électricité par le biais de dispositions disponibles dans le cadre tarifaire, distinctes du budget énergétique.

L'entreprise de distribution d'énergie emploie un compteur trivectoriel électromagnétique ou électronique pour la facturation. Les relevés minimaux des compteurs électromagnétiques sont les suivants :

- demande maximale (kVA ou kW) enregistrée au cours du mois, mesurée par intervalles temporels prédéfinis (p. ex. d'une durée de 10 à 30 minutes) et dont la valeur est réinitialisée à la fin de chaque cycle de facturation
- énergie active en kWh pendant le cycle de facturation
- énergie réactive en kvarh pendant le cycle de facturation
- énergie apparente en kVAh pendant le cycle de facturation

Il est important de noter que la demande maximale enregistrée n'est pas la demande instantanée utilisée, mais la valeur moyenne de la puissance obtenue par le rapport entre l'énergie absorbée pendant l'intervalle temporel prédéfini et l'intervalle temporel lui-même.

Par exemple, dans une industrie, si la puissance totale utilisée sur un cycle d'enregistrement T (dans le cas présent de 30 minutes) varie comme suit :

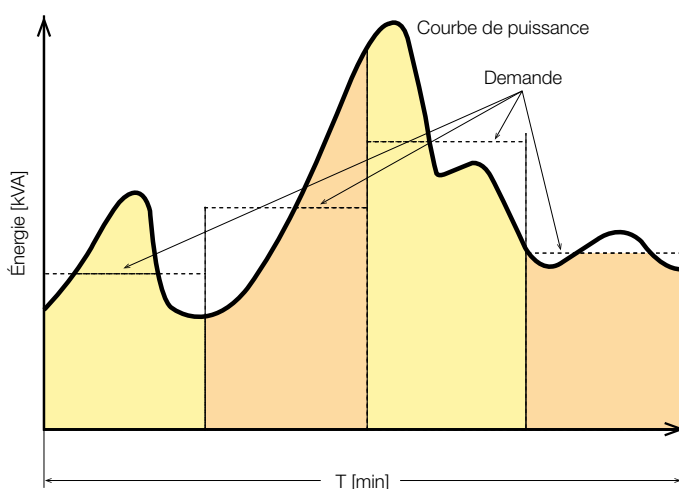
2500 kVA pendant 4 minutes
3600 kVA pendant 12 minutes
4100 kVA pendant 6 minutes
3800 kVA pendant 8 minutes

la demande maximale enregistrée est calculée comme suit :

$$\frac{(2500 \cdot 4) + (3600 \cdot 12) + (4100 \cdot 6) + (3800 \cdot 8)}{30} = 3607 \text{ kVA}$$

Le schéma de la Figure 1 illustre la puissance moyenne consommée à quatre intervalles temporels différents sur une période de 30 minutes (voir la formule ci-dessus). Les lignes droites en tirets représentent la consommation d'énergie moyenne, et les lignes continues représentent la consommation d'énergie réelle.

Figure 1



La demande maximale mensuelle est la plus élevée des valeurs de demande enregistrées pendant le mois.

Le *compteur intelligent* enregistre uniquement si la valeur dépasse la valeur de demande maximale précédente et donc, même lorsque la demande maximale moyenne est faible, l'utilisateur doit payer les charges de demande maximale pour la valeur la plus élevée enregistrée au cours du mois, même si elle est apparue pendant la durée d'un seul cycle d'enregistrement (par ex. 30 minutes).

Dans une perspective élargie du système électrique, la croissance de l'utilisation de l'électricité et la diversité des segments d'utilisation finale ont entraîné des insuffisances dans la capacité à répondre à la demande.

L'ajout de capacité dans les installations électriques de nouvelle génération étant coûteux et représentant une perspective à long terme, une meilleure gestion des charges du côté de l'utilisateur permet de minimiser les pics de demande sur les infrastructures de distribution d'énergie ainsi que d'améliorer l'utilisation des capacités des installations électriques.

Les entreprises de distribution d'énergie peuvent utiliser une structure tarifaire pour influencer les utilisateurs finaux au moyen de mesures telles que des tarifs en fonction de l'heure, des pénalités pour dépassement de la demande maximale autorisée ou de la demande contractuelle, des tarifs de nuit et des concessions. La gestion de la charge est un moyen puissant d'amélioration de l'efficacité, pour les utilisateurs finaux comme pour les entreprises de distribution d'énergie.

De plus, comme mentionné ci-dessus, étant donné que les charges de demande constituent une partie considérable de la facture d'électricité, il existe aussi du côté de l'utilisateur un besoin de gestion intégrée des charges permettant de contrôler efficacement la demande maximale du cycle de facturation.

3. Description du fonctionnement

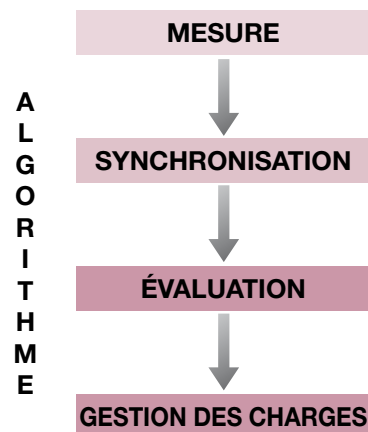
L'*Ekip Power Controller* est un système de contrôle avancé en temps réel, dont le but est de limiter la consommation d'énergie moyenne dans chaque intervalle temporel défini à une valeur maximale prédéterminée (puissance contractuelle). Ce résultat est obtenu en déconnectant certaines charges (qui sont considérées par l'utilisateur comme non prioritaires) lorsque l'algorithme breveté en place estime que c'est nécessaire. Puis ces charges sont de nouveau connectées, dès que possible, c'est-à-dire lorsque l'algorithme juge que la limite de la demande moyenne de puissance prévue par le contrat n'est plus dépassée. À chaque moment, l'algorithme de l'*Ekip Power Controller* optimise le nombre de charges déconnectées, en tentant constamment d'alimenter une section de l'installation aussi grande que possible.

L'*Ekip Power Controller* choisit les charges à déconnecter en fonction de la priorité définie par l'utilisateur. L'identification des charges pouvant être gérées et dans quelle mesure (fréquence et durée) elles peuvent l'être est une action fondamentale à effectuer à l'avance dans chaque programme de gestion des charges. On trouve parmi les types de charge pouvant être gérés :

- *Charges thermiques et de réfrigération*. Ces charges peuvent généralement fonctionner dans une certaine plage de températures et peuvent tolérer certains écarts par rapport à la valeur optimale. Ceci permet de réduire ou d'augmenter la consommation d'énergie dès que c'est nécessaire, avec un impact limité sur les performances. Une autre caractéristique de ce type de charges est leur capacité de stockage, qui garantit une plus grande flexibilité lorsque le cycle de fonctionnement varie, sans modifier le processus. Parmi les utilisateurs thermo-électriques, on trouve les fours (à induction, à résistance, à arc, etc.), les chauffe-eaux, les étuves, les réfrigérateurs, les congélateurs et les climatiseurs
- *Appareils d'éclairage*. Il est possible de réduire le flux lumineux d'un groupe de lampes et de maintenir en même temps l'éclairage minimal défini à la phase de conception (p. ex. des groupes de lampes pour l'extérieur ou pour les garages)
- *Charges de démarrage retardé*. Dans certaines installations, le démarrage des moteurs raccordés aux pompes pour des fluides particuliers peut être retardé à court terme (p. ex. compresseurs d'air pour des cycles de production ou pompes de circulation de piscines)
- *Systèmes de charge pour véhicules électriques*. La recharge de véhicules électriques peut être gérée en modulant la puissance absorbée par les batteries sur de courtes périodes
- *Générateurs*. Les générateurs diesel/électriques ou les générateurs connectés à des sources d'énergie renouvelable peuvent être insérés en cas de demande d'une énergie particulière ; ces générateurs peuvent être considérés du point de vue de l'*Ekip Power Controller* comme des charges à puissance négative.

L'algorithme de l'*Ekip Power Controller* est constitué de quatre étapes (Figure 2) :

Figure 2



1. *Mesure* : il mesure le flux d'énergie total à travers le disjoncteur Emax 2 qui met en œuvre la fonction. Cette valeur est ensuite intégrée pour obtenir l'énergie totale. Lorsque chaque intervalle temporel de référence s'est écoulé, l'énergie est remise à zéro. De cette manière, le module d'évaluation de l'algorithme a toujours à sa disposition la valeur de l'énergie mesurée dans l'intervalle temporel en cours.
2. *Synchronisation* : sur la base de l'horloge interne du déclencheur, l'algorithme définit les intervalles temporels dans lesquels la demande de puissance moyenne est mesurée (10 minutes est une valeur typique). Pendant chaque période de référence, à intervalles réguliers (p. ex. chaque minute), il démarre le module d'évaluation. En option, il peut être synchronisé par un signal externe donné par le compteur intelligent de l'opérateur GRD.
3. *Évaluation* : sur la base de l'énergie mesurée et du temps écoulé depuis le début de la période de référence, l'algorithme évalue si la demande est trop élevée (c'est-à-dire si les limites de puissance moyenne sont susceptibles d'être dépassées pendant cette période), si elle se trouve dans les limites normales ou si elle est significativement inférieure. Sur la base de ces cas, l'un des trois résultats suivants est généré :
 - si l'énergie absorbée est dans les limites, la décision est de garder la configuration de charge existante (nombre de charges connectées)
 - si l'énergie absorbée est trop élevée, la décision est de diminuer la configuration de charge existante
 - si l'énergie absorbée est remarquablement faible, la décision est d'augmenter la configuration de charge existante.

¹ Si un appareil est disponible pour signaler les intervalles temporels tarifaires, l'*Ekip Power Controller* peut l'utiliser pour synchroniser son horloge.

4. *Gestion des charges* : sur la base de la décision résultant du module d'évaluation, le système décide quelles sont les charges à déconnecter ou reconnecter, conformément aux règles qui suivent :

- *Priorité*. S'il est nécessaire de déconnecter une charge, et lorsque plusieurs charges peuvent être choisies pour cette opération, l'indication et l'ordre donnés par l'utilisateur dans la liste des charges contrôlables sont suivis : la charge à la première place de la liste est généralement la moins importante pour l'application ou celle pour laquelle une période temporaire de déconnexion peut être acceptée. La charge à la deuxième place est celle qui suit immédiatement en termes d'importance, et ainsi de suite. Au contraire, lorsqu'une charge doit être reconnectée, l'algorithme suit la liste dans l'ordre inverse (en commençant par la dernière charge de la liste), c'est-à-dire qu'il commence par reconnecter la charge qui a la priorité la plus élevée pour l'installation. L'algorithme respecte l'ordre de priorité défini par l'utilisateur, conformément aux durées à respecter mentionnées ci-dessous et à l'ouverture d'un disjoncteur due au déclenchement du déclencheur concerné ou due à une opération manuelle volontaire de l'utilisateur lui-même
- *Durées à respecter*. Chaque charge peut posséder des durées minimales pendant lesquelles elle doit rester connectée (ou déconnectée) pour éviter des détériorations. Par conséquent, au moment de choisir la charge à connecter ou déconnecter, l'algorithme tient compte uniquement des charges qui n'ont pas simplement été commutées en sautant à la charge suivante dans la liste
- *Réordonnement*. Lorsqu'une charge redevient disponible parce que sa durée à respecter est terminée, elle est connectée ou déconnectée en fonction de sa position dans la liste.

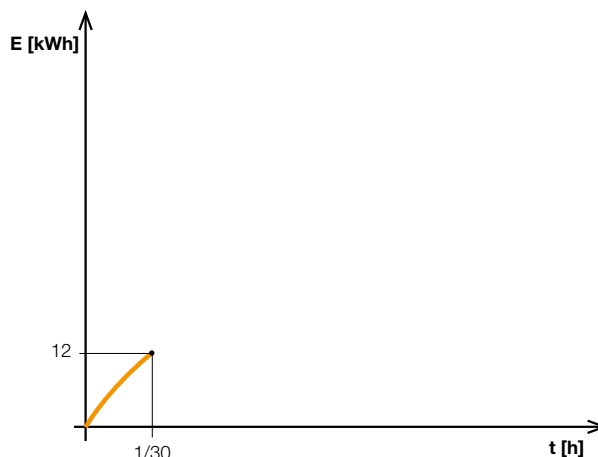
Il est possible de définir la même priorité pour deux charges ou plus : cela signifie qu'elles sont de même importance pour l'installation et donc qu'il n'est pas nécessaire de définir laquelle doit être déconnectée la première. Dans ce cas, l'*Ekip Power Controller* doit déconnecter une ou plusieurs de ces charges, en commutant d'abord la charge qui n'a pas été actionnée depuis le plus longtemps lors de la tentative de déconnexion de chaque charge avec la même probabilité sans préférence, en les commutant tour à tour.

Le cœur de l'*Ekip Power Controller* est le module d'évaluation. Il fonctionne sur la base de la demande en énergie par référence au temps écoulé depuis le début de la période de référence définie. En prenant en compte respectivement les deux variables de temps t (h) et d'énergie (kWh), le temps écoulé depuis le début de la période et l'énergie tirée par l'installation dans cet intervalle, il est possible de représenter l'état actuel de l'installation électrique par un point dans le plan t, E .

Par exemple, si deux minutes (1/30 h) se sont écoulées et que la demande en énergie était de 12 kWh, le point est représenté sur

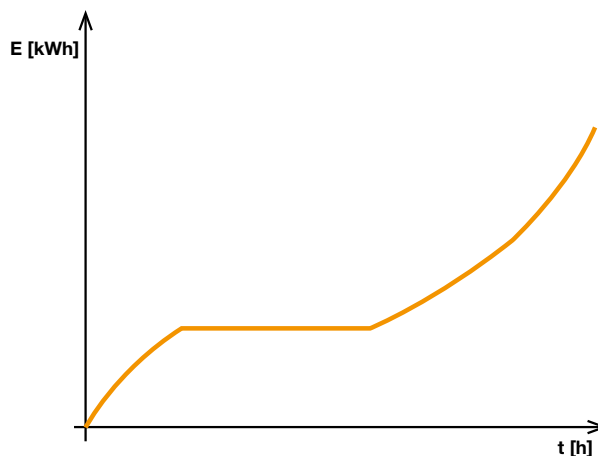
la Figure 3.

Figure 3



À mesure que le temps passe, le point décrivant l'état du système se déplace vers des valeurs plus élevées de t . L'énergie E augmente ou peut rester constante si la consommation d'énergie est nulle. L'absorption d'énergie totale est alors décrite par la courbe de la Figure 4.

Figure 4

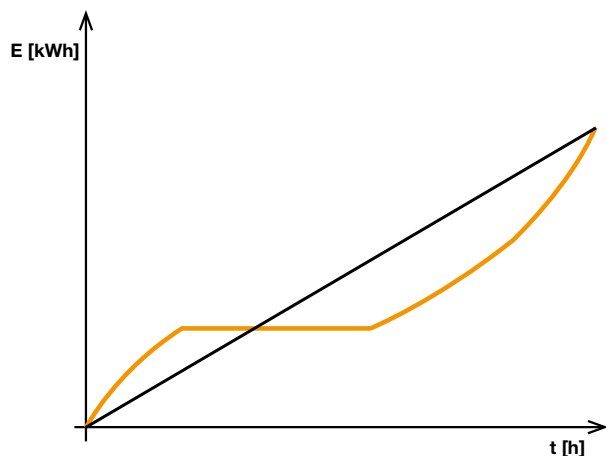


La même valeur totale d'énergie peut être obtenue suivant différentes tendances ; si par exemple, la valeur de puissance est constante, une ligne passant par l'origine des axes est obtenue.

3. Description du fonctionnement

Mais la même valeur peut également être obtenue avec une faible consommation pendant un certain temps, suivie d'une consommation élevée pendant quelques minutes (Figure 5).

Figure 5

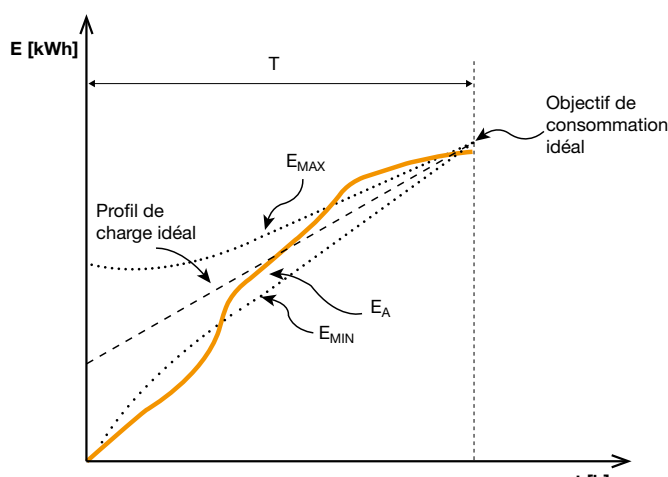


Puisque l'*Ekip Power Controller* vise à maintenir la valeur totale de l'énergie dans la période de référence sous la limite définie, le logiciel examine la tendance de la courbe jusqu'au moment actuel et évalue la consommation d'énergie à la fin de la période, en vérifiant que le rapport entre cette consommation et la période prédéfinie ne dépasse pas la limite de puissance contractuelle. Si cette limite est dépassée, la déconnexion d'une ou plusieurs charges est commandée.

En pratique, la phase d'évaluation divise le plan t, E en trois zones, qui indiquent une consommation acceptable, une consommation élevée et une consommation réduite. Dès que la phase d'évaluation est traitée, le logiciel trouve le point qui décrit la situation courante et détermine à laquelle des trois zones il correspond. Si le point se trouve dans la zone de consommation élevée, le résultat de l'évaluation indique qu'il est nécessaire de déconnecter l'une des charges et l'évaluation est transmise au module de gestion des charges qui choisit ladite charge. L'opération décrite est exécutée à intervalles réguliers, à chaque fois en calculant une nouvelle prévision. Ainsi, si la prévision de la puissance totale absorbée par l'installation est encore trop élevée malgré la déconnexion d'une charge, l'algorithme poursuit et déconnecte une autre charge, et ainsi de suite. Le nombre de charges contrôlées déconnectées et connectées varie alors dynamiquement, dans le but de faire coïncider la prévision de puissance avec la valeur cible.

Pour le décrire simplement, l'algorithme tend à « guider » la ligne énergie-temps qui représente l'absorption d'énergie par l'installation à mesure que cette ligne se développe à partir de zéro (à l'instant initial de la période de référence) jusqu'au point d'arrivée (l'instant final de la période), en tentant de toujours la maintenir dans une zone intermédiaire prédéfinie (dont les limites sont deux courbes calculées par l'algorithme), en déconnectant les charges lorsque la ligne entre dans la zone supérieure ou en les reconnectant lorsque la ligne pénètre dans la zone inférieure (Figure 6).

Figure 6



Sur la Figure 6, la ligne épaisse (orange) représente l'énergie totale effectivement consommée E_A par l'installation en partant du temps $t=0$.

La déconnexion d'une charge entraîne une diminution de la pente de la courbe, tandis que la reconnexion a l'effet inverse. Comme on peut le voir, la courbe ne diminue jamais au fil du temps (il y aurait une ligne horizontale s'il n'y avait pas de consommation d'énergie). Les lignes en pointillés (E_{MIN} , E_{MAX}) représentent les frontières entre les trois régions : dès que la courbe traverse l'une de ces frontières, l'algorithme réagit par une connexion ou une déconnexion de charge.

Les trois zones ne sont pas séparées par des lignes droites, mais par des courbes : ce sont des courbes polynomiales optimisées par le logiciel en fonction du nombre de charges de façon à autoriser la puissance consommée à dépasser le niveau maximum autorisé (même de façon significative), à condition que l'énergie totale consommée dans la période ne risque pas de dépasser la limite (en gardant la valeur moyenne de la puissance inférieure à la limite contractuelle).

² La mesure la plus importante sur laquelle est basé l'*Ekip Power Controller* est la puissance instantanée circulant à travers le disjoncteur sur lequel il est mis en œuvre. La puissance instantanée est mesurée et intégrée en continu pendant ce temps pour obtenir la mesure de l'énergie.

Par conséquent, si à un instant donné, la puissance est très élevée, mais seulement pendant une courte durée, l'*Ekip Power Controller* ne se déclenche pas. Si à la place, la demande de puissance est élevée pendant un long moment, une ou plusieurs charges doivent être déconnectées. De même, si la consommation était très faible au début de la période, il est possible d'utiliser une puissance plus élevée à la fin de la période sans provoquer une déconnexion. Il apparaît donc que l'un des avantages de cet algorithme est sa flexibilité relativement à l'utilisation de puissance, qui est réduite uniquement si nécessaire, c'est-à-dire lorsque la limite moyenne définie par l'utilisateur est près d'être dépassée.

Les principaux avantages de l'*Ekip Power Controller* sont :

- Contrôle sur 15 charges et/ou générateurs par l'intermédiaire d'un seul disjoncteur Emax 2
- Mise en œuvre simple, puisque chaque charge/générateur est contrôlé(e) au moyen d'un disjoncteur, d'un interrupteur-sectionneur, d'un contacteur ou de son propre circuit de commande
- Fonctionnement simple, puisque seuls quelques paramètres simples sont à définir sur le déclencheur Ekip du Emax 2
- Compatibilité avec tout type de charge/générateur grâce à la possibilité de définir un temps de service/hors service sur mesure pour chacun(e) d'entre eux/elles
- Écriture des programmes pour automates programmables industriels (API) et ordinateurs (PC) non nécessaire puisque le logiciel pour l'application est déjà mis en œuvre dans les déclencheurs Ekip ; de plus, les solutions basées sur l'utilisation d'API ou de PC sont caractérisées par des coûts élevés et une grande complexité, ce qui justifie leur utilisation lorsqu'il faut contrôler des douzaines de charges et/ou qu'une supervision complète de l'installation est nécessaire
- Gestion/contrôle de l'absorption de puissance qui dépasse la limite définie et dure longtemps, et donc réduction de la probabilité de dysfonctionnements dus aux surcharges et aux contraintes sur les composants de l'installation électrique
- Grâce à la conception de son algorithme, l'*Ekip Power Controller* est moins sensible à une brève absorption de puissance élevée (p. ex. transitoires au démarrage d'un moteur ou fonctionnement simultané limité dans le temps de plusieurs charges), comparé aux systèmes qui utilisent uniquement la puissance instantanée comme paramètre : en fait, ces systèmes tendent à entraîner la déconnexion des charges dès que la puissance dépasse la limite de seuil définie (ainsi certaines charges sont déconnectées même lorsque ce n'est pas nécessaire pour ne pas dépasser la puissance moyenne, et de plus cela entraîne la non-utilisation du quota d'énergie qui aurait pu être consommé durant la période donnée)
- Grâce au système de retour d'information sur la mesure de la puissance consommée, il n'est pas nécessaire de connaître les données détaillées de chacune des charges (courbes temps-puissance, etc.). La mesure de la puissance en temps réel pour chaque charge contrôlée n'est pas requise non plus, puisque la mesure de la puissance totale absorbée par l'installation est suffisante. En d'autres termes, il n'est pas nécessaire de savoir si une charge dans la liste de priorité est en train ou non d'absorber de la puissance, ni quelle quantité : il suffit de connaître l'état « ouvert/fermé » de l'appareil de commutation concerné. En fait, par échantillonnage de l'énergie totale absorbée à intervalles donnés, l'algorithme déconnecte une charge supplémentaire s'il ne trouve aucune réduction en conséquence de la déconnexion précédente : le nombre de charges connectées/déconnectées varie donc dynamiquement afin que le nombre minimum de charges soient déconnectées pour ne pas dépasser la limite de puissance contractuelle
- Gestion intelligente de la reconnexion des charges : non simultanément, mais charge après charge, c'est-à-dire dès qu'une phase d'évaluation est exécutée ; ainsi les pics d'appel de courant qui pourraient entraîner des perturbations de la tension dans l'installation et le déclenchement des protections contre le court-circuit, sont évités
- Adaptation de la demande en énergie à la disponibilité de la source d'énergie préférée, au coût de l'énergie et à l'heure de la journée (gestion possible sur quatre intervalles temporels), de manière à optimiser les coûts et à réduire les émissions
- Grâce à une réduction de la puissance absorbée moyenne, lors de la phase de conception, il est possible de réduire la taille du transformateur MT/BT et la section transversale du câble de raccordement BT entre le circuit secondaire du transformateur et le disjoncteur principal, ce qui permet de réduire également le courant assigné du disjoncteur
- Grâce à la réduction de la puissance absorbée moyenne, il est possible de réduire également les coûts fixes (quota de puissance) pour le service de fourniture de l'énergie électrique
- La possibilité de tirer parti de la courbe de charge quotidienne, en limitant la consommation pendant la journée lorsque les tarifs de l'énergie électrique sont plus hauts et en favorisant une demande en énergie plus élevée la nuit, contribue à une meilleure efficacité du système électrique général du point de vue d'un réseau Smart Grid. Ainsi, la probabilité de surcharges pouvant entraîner une redistribution non optimale de la production totale est réduite sur certaines lignes électriques, ce qui limite l'utilisation des stations de puissance de « crête » qui sont peu efficaces et coûteuses.

3. Description du fonctionnement

De plus, l'algorithme de l'*Ekip Power Controller* est capable de gérer automatiquement les situations suivantes, et donc de permettre l'intégration à la sélectivité des appareils de protection installés dans le système :

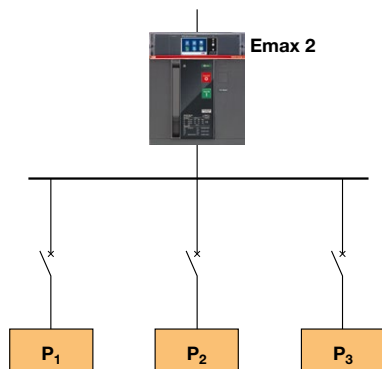
- **Déclenchement des déclencheurs de sécurité.** Si l'un des disjoncteurs contrôlés s'ouvre à cause d'un déclenchement de protection, pour des raisons de sécurité (en particulier pour qu'il ne se referme pas en cas de court-circuit), il ne peut plus être géré et l'algorithme le considère donc comme « indisponible » pour le contrôle, tant que l'opérateur ne l'a pas restauré manuellement et rendu de nouveau disponible. Plus précisément, si un disjoncteur contrôlé est déclenché en raison d'une surintensité, l'algorithme, après trois tentatives de commande d'ouverture, émet un signal d'alarme et exclut temporairement le disjoncteur de la liste de priorité jusqu'à ce que son état de déclenchement soit réinitialisé et que la réinitialisation puisse être exécutée par commande manuelle locale depuis l'écran du déclencheur équipé du nouveau Ekip Power controller ou à distance par le module Ekip Connect
- **Fonctionnement manuel.** Les charges sont également considérées comme « indisponibles » lorsque l'opérateur agit manuellement sur les disjoncteurs concernés. Ces charges restent dans cet état jusqu'à ce que l'opérateur commande la réactivation.

3.1 Exemple de logique de fonctionnement

Supposons une installation électrique (Figure 7) constituée de trois grosses charges, une charge prioritaire (P_3) et deux charges non prioritaires (P_1 et P_2). P_1 et P_2 peuvent être gérées par le biais de la logique de l'*Ekip Power Controller* conformément au principe décrit ci-dessous. Dans cet exemple, l'intervalle temporel d'action de l'algorithme est défini par l'utilisateur à 15 minutes.

Au moment de l'envoi du signal de synchronisation depuis le compteur du GRD, les trois charges sont toutes connectées à une puissance totale inférieure à la puissance limite contractuelle ($P_c = 1500$ kW).

Figure 7



Par référence aux schémas des Figures 8 à 11 :

- À l'instant t_1 , il y a un pic d'absorption de puissance de la charge P_3 , mais sa durée ne lui fait pas dépasser la limite définie pour la demande de puissance en 15 minutes ($E_a = P_c \cdot 0.4$ [kWh]) selon l'évaluation de l'algorithme de l'*Ekip Power Controller*. Par conséquent, aucune des charges non prioritaires n'est déconnectée.
- À l'instant t_2 , l'absorption de puissance de P_3 augmente, de sorte que la somme des trois demandes de puissance dépasse la puissance contractuelle, pendant une durée telle que le résultat de la prévision de l'algorithme est une valeur qui dépasse l'énergie absorbable. Par conséquent, l'*Ekip Power Controller* déconnecte la charge P_1 , qui vient avant P_2 dans la liste de priorité pour la déconnexion. La charge P_2 doit rester déconnectée pendant un temps minimum t_{1min_off} (c'est-à-dire jusqu'à l'instant t_4). Cette durée minimale est nécessaire pour éviter des opérations de commutation trop fréquentes qui peuvent affecter la durée de vie des appareils de commutation et le bon fonctionnement de la charge.
- À t_3 , l'absorption de puissance de P_2 augmente, mais puisque la somme de P_2 et P_3 est inférieure à la puissance contractuelle P_c , l'algorithme n'intervient pas.
- À t_4 , l'*Ekip Power Controller* referme P_1 , aussi parce que la charge P_3 a réduit la puissance absorbée et que l'absorption totale des trois charges est donc inférieure à P_c .
- À t_5 , on observe une autre augmentation de la puissance absorbée par P_3 , de sorte que la somme de P_3 et P_2 est déjà supérieure à la limite contractuelle et la durée est telle que l'*Ekip Power Controller* détecte le risque de dépassement de l'énergie absorbable.
- Par conséquent, l'algorithme déconnecte d'abord la charge P_1 à t_6 (conformément au temps minimum t_{1min_off}), mais en évaluant la possibilité de dépasser l'énergie absorbable, à t_7 , il déconnecte également P_2 .

Après les temps minimums t_{1min_off} et t_{2min_off} de P_1 et P_2 respectivement, puisque la puissance absorbée par P_3 a diminué, l'algorithme reconnecte les charges selon leur priorité de connexion (temps t_{1min_on} et t_{2min_on}) et la logique se répète indéfiniment pour chaque intervalle temporel défini par l'utilisateur. Comme on peut le voir sur le schéma qui représente la charge totale (Figure 11), dans l'intervalle concerné de 15 minutes, certaines absorptions de puissance peuvent dépasser la limite de puissance contractuelle P_c , mais grâce à l'algorithme de l'*Ekip Power Controller*, la puissance moyenne P_m absorbée reste toujours inférieure à la puissance limite contractuelle P_c .

Figure 8 - Charge P_1

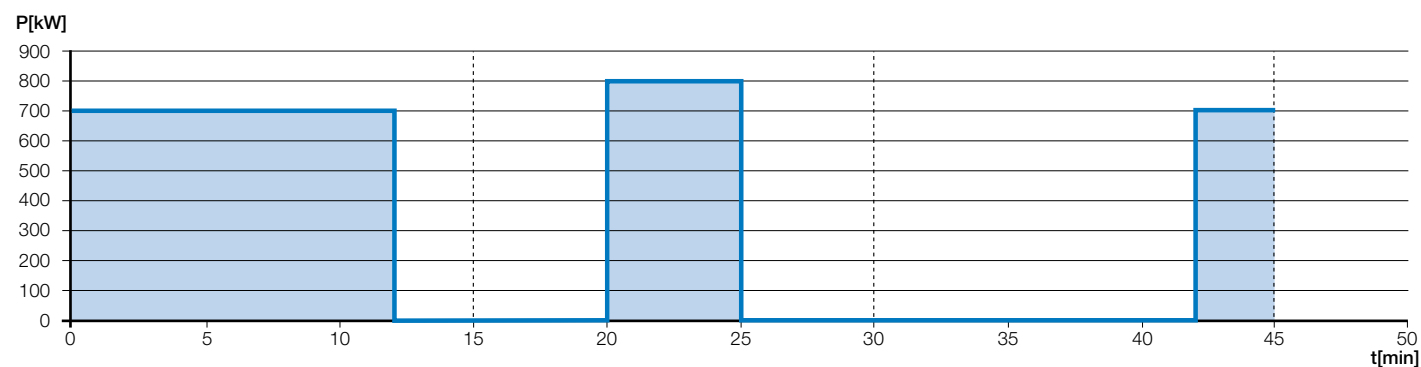


Figure 9 - Charge P_2

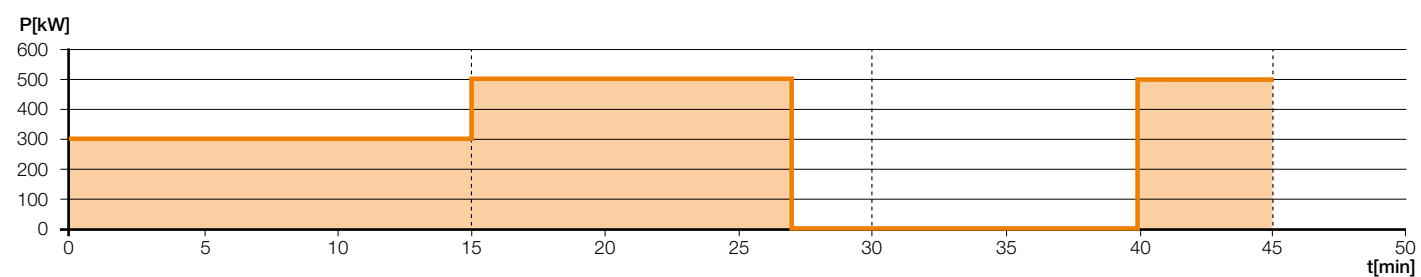


Figure 10 - Charge P_3

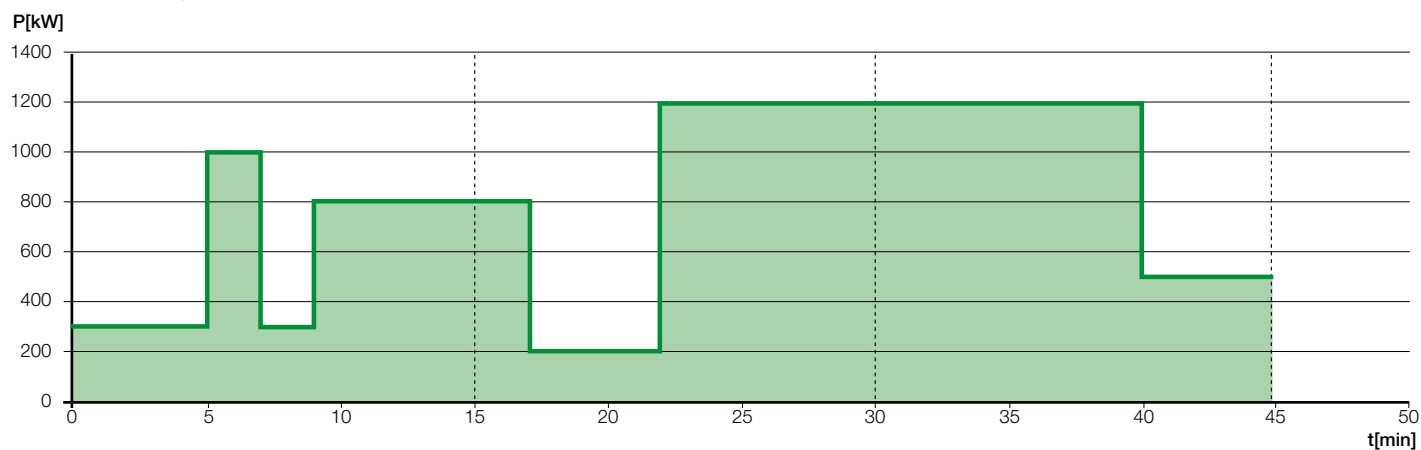
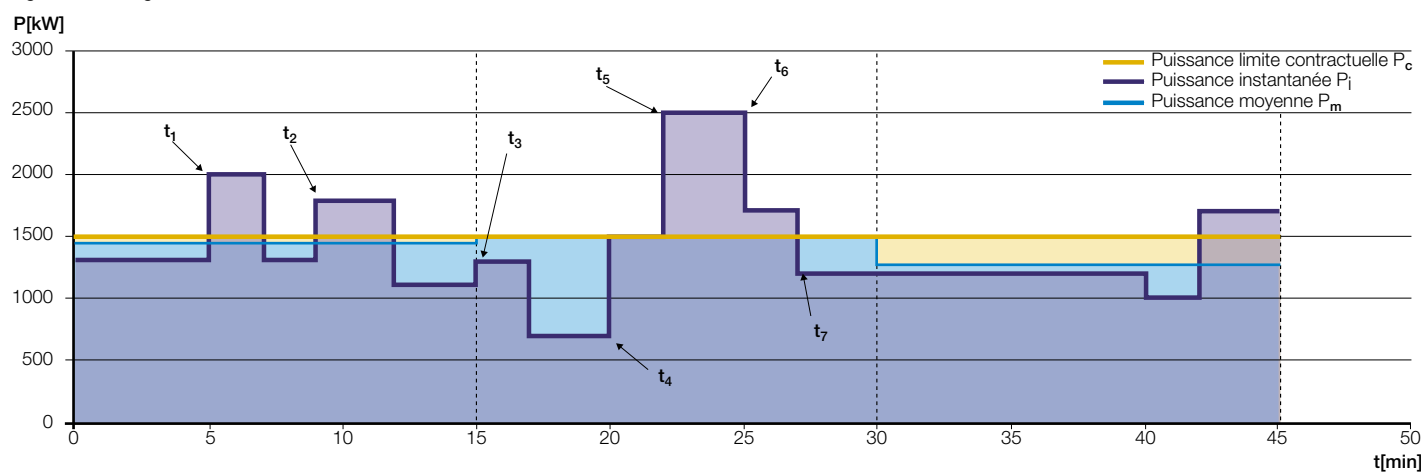


Figure 11 - Charge totale



4. Réglages et raccordements

Physiquement, le système *Ekip Power Controller* est fondamentalement constitué de :

- un disjoncteur ouvert de type Emax 2 avec déclencheur de sécurité (*Ekip Hi Touch* ou *Ekip Touch + Ekip Measuring*) fonctionnant comme contrôleur de puissance et compteur. Ce disjoncteur, installé en correspondance avec l'installation BT de l'utilisateur, met en œuvre l'algorithme de l'*Ekip Power Controller* qui gère les connexions et déconnexions de charges
- un nombre variable (de 1 à 15) d'appareils BT contrôlés (disjoncteurs, interrupteurs-sectionneurs ou contacteurs), chacun installé sur le circuit d'alimentation de l'une des charges soumises au contrôle.

Chaque charge/générateur est contrôlé(e) de l'une des manières suivantes :

1. contrôle filaire, par déclencheurs d'ouverture/de fermeture (YO / YC) ou commande par moteur et applicable à tout disjoncteur (boîtier moulé, ouvert ou miniature), interrupteur-sectionneur, contacteur ou par l'intermédiaire du circuit de commande des charges.
2. contrôle par l'Ekip Link par câble Ethernet et applicable à tout disjoncteur ou interrupteur-sectionneur de la nouvelle série Emax 2 équipé du module Ekip Link.

Un disjoncteur principal Emax 2 équipé de l'Ekip Power Controller utilise les signaux numériques d'entrée/sortie suivants pour chaque charge contrôlée par câble :

- 1 entrée numérique (obligatoire) pour obtenir les informations sur l'état d'ouverture/fermeture du dispositif en aval
- 1 entrée numérique (en option) pour obtenir les informations sur l'état d'activation/désactivation du dispositif en aval.
- 1 sortie numérique pour donner la commande d'ouverture/fermeture au dispositif en aval lorsqu'il s'agit d'un contacteur ou d'un circuit de commande
- 2 sorties numériques pour donner la commande d'ouverture/fermeture au dispositif en aval lorsqu'il s'agit d'un disjoncteur ou d'un interrupteur-sectionneur

En option, une entrée numérique peut être utilisée par le Emax 2 pour la synchronisation temporelle avec le compteur intelligent du GRD.

L'utilisateur doit définir une liste de paramètres pour le disjoncteur Emax 2 équipé de la fonction *Ekip Power Controller*.

Ces paramètres sont les suivants :

- *activer/désactiver* – active ou désactive la fonction *Ekip Power Controller*

- *limites de puissance* – affiche l'absorption de puissance moyenne (Pm) à ne pas dépasser ; le réglage de cette valeur est obligatoire, tandis que les autres paramètres sont optionnels et servent à différencier la consommation de puissance dans les différents intervalles temporels
- *planification de la semaine* – indique les quatre intervalles de tarifs qui divisent les jours de la semaine (du lundi au vendredi)
- *planification du samedi* – indique les quatre intervalles de tarifs qui divisent le samedi
- *planification du dimanche* – indique les quatre intervalles de tarifs qui divisent le dimanche
- *configuration synch* – indique la présence et le canal de réception du signal de synchronisation du compteur intelligent
- *comportement au démarrage* – indique les charges à insérer dans la liste des charges pouvant être gérées au démarrage

Pour chaque appareil de commutation qui alimente une charge à gérer, les paramètres suivants doivent être définis par le biais de l'Ekip Connect :

- *type de raccordement* – sélection du nombre d'entrées pour chaque charge
- *entrée ouverte/fermée* – indique à quels contacts (Ekip Signalling ou Ekip Link) les entrées pour l'état ouvert/fermé de l'appareil de commutation sont connectées
- *entrée optionnelle* – indique à quels contacts (Ekip Signalling ou Ekip Link) l'entrée auxiliaire est connectée
- *activer/désactiver* – permet de désactiver le contrôle de charge par le biais de l'*Ekip Power Controller* lorsque l'utilisateur souhaite qu'une charge donnée ne soit pas contrôlée par l'algorithme pendant un certain temps. Dans ce cas, l'algorithme évite cette charge et passe à la suivante dans la liste de priorité. Ce paramètre peut par exemple être utile lorsqu'une charge est en cours de maintenance
- *priorité de délestage* – définit la priorité selon laquelle la charge concernée doit être gérée ; elle est représentée par un nombre compris entre 1 et 15 avec priorité de déconnexion décroissante. Plusieurs charges peuvent avoir la même priorité : dans ce cas, l'algorithme les déconnecte en alternance
- t_{on_min} – temps minimum pendant lequel la charge/le générateur doit rester connecté(e) pour la/le protéger contre des opérations de démarrage/arrêt trop fréquentes ; il est possible de définir un temps nul ou un temps compris entre 1 et 360 minutes par pas de 1 minute
- t_{off_min} – temps minimum pendant lequel la charge/le générateur doit rester déconnecté(e) pour la/le protéger contre des opérations de démarrage/arrêt trop fréquentes (p. ex. des lampes à décharge qui ont besoin qu'un temps minimum s'écoule entre chaque commutation) ; il est possible de définir un temps nul ou un temps compris entre 1 et 360 minutes par pas de 1 minute

- t_{off_max} – temps maximum pendant lequel la charge peut rester déconnectée pour protéger le processus traité (p. ex. chambres froides, fours électriques) contre les dégâts provoqués par un manque d'alimentation prolongé ; il est possible de définir un temps nul ou un temps compris entre 1 et 360 minutes par pas de 1 minute
- *fenêtre temporelle* – fenêtre temporelle dans la journée pendant laquelle la charge ne peut être déconnectée. Ceci peut par exemple être utile lorsqu'un générateur peut être démarré et laissé en service uniquement la journée pour éviter la pollution par le bruit pendant la nuit ; il est possible de définir un intervalle temporel compris entre 1 et 24 heures par pas de 1 heure
- *type d'utilisateur* – type d'utilisateur (charge/générateur)
- *pseudonyme* – une chaîne de 8 chiffres identifiant l'utilisateur.

Les figures qui suivent représentent à titre d'exemple des affichages graphiques de l'Ekip Connect : la fenêtre sur les Figures 12A et B représente les paramètres de base que l'utilisateur doit saisir pour le disjoncteur principal comprenant l'*Ekip Power Controller*, la Figure 13 représente les paramètres avancés et la Figure 14 présente la fenêtre comptant les paramètres à définir pour chaque appareil de commutation de la charge à contrôler.

Figure 12A – Informations et réglages de base

Basic Information and Settings

POWER CONTROLLER PARAMETERS

Enable Flag	Enabled	Enabled
Default Power Limit	20 kW	20
Measurement Time	15.0 minutes	15.0
External Synchronization	Custom: 0x8108	Custom...

POWER CONTROLLER STATUS

State	Self
Synch Error	YES
Power Exceeded	NO
Shed Priority	0
Elapsed Time	5.2 minutes
Mean Power	0.0 kW

LOAD STATUS

Load 1	Open
Load 2	Open
Load 3	Open
Load 4	Open
Load 5	Open
Load 6	Open
Load 7	Open
Load 8	Open
Load 9	Open
Load 10	Open
Load 11	Open
Load 12	Open
Load 13	Open
Load 14	Open
Load 15	Undefined

LOAD ALARM

Load 1	YES
--------	-----

LOAD ACTIVE FLAGS

Load 1	Inactive
Load 2	Inactive
Load 3	Inactive
Load 4	Inactive
Load 5	Inactive
Load 6	Inactive
Load 7	Inactive
Load 8	Inactive
Load 9	Inactive
Load 10	Inactive
Load 11	Inactive
Load 12	Active
Load 13	Active
Load 14	Inactive
Load 15	Inactive

CLEAR ALARMS 1-5

Load 1 Load 2 Load 3 Load 4 Load 5

CLEAR ALARMS 6-10

Load 6 Load 7 Load 8 Load 9 Load 10

CLEAR ALARMS 11-15

Load 11 Load 12 Load 13 Load 14 Load 15

4. Réglages et raccordements

Figure 12B - Informations et réglages de base

Basic Information and Settings

LOAD STATUS

Load 1	Open
Load 2	Open
Load 3	Open
Load 4	Open
Load 5	Open
Load 6	Open
Load 7	Open
Load 8	Open
Load 9	Open
Load 10	Open
Load 11	Open
Load 12	Open
Load 13	Open
Load 14	Open
Load 15	Undefined

LOAD ALARM

Load 1	YES
Load 2	YES
Load 3	YES
Load 4	YES
Load 5	YES
Load 6	YES
Load 7	YES
Load 8	YES
Load 9	YES
Load 10	YES
Load 11	YES
Load 12	NO
Load 13	NO
Load 14	YES
Load 15	NO

Load 13 Active
Load 14 Inactive
Load 15 Inactive

CLEAR ALARMS 1-5
Load 1 Load 2 Load 3 Load 4 Load 5

CLEAR ALARMS 6-10
Load 6 Load 7 Load 8 Load 9 Load 10

CLEAR ALARMS 11-15
Load 11 Load 12 Load 13 Load 14 Load 15

Figure 13 - Informations et réglages avancés

Advanced Information and Settings

POWER CONTROLLER PARAMETERS

Loads Enabled at Start Up	Closed and Open	Closed and Open
Disconnect Margin	40 %	40
Re-connect Margin	40 %	40
Scheduling time	15.000 s	15.000

POWER CONTROLLER DEFAULT AND ALTERNATIVE POWER LEVELS

P1: Power Limit - 1 - Default	20 kW	20
P2: Power Limit - 2	0 kW	0
P3: Power Limit - 3	0 kW	0
P4: Power Limit - 4	0 kW	0

WEEK CALENDAR SCHEDULING

T1 = From 00:00 to T1:00	24	24
Power limit in T1	P1	P1
T2 = From T1:00 to T2:00	0	0
Power limit in T2	P1	P1
T3 = From T2:00 to T3:00	0	0
Power limit in T3	P1	P1
T4 = From T3:00 to T4:00	0	0
Power limit in T4	P1	P1

SATURDAY CALENDAR SCHEDULING

T1 = From 00:00 to T1:00	24	24
Power limit in T1	P1	P1
T2 = From T1:00 to T2:00	0	0
Power limit in T2	P1	P1
T3 = From T2:00 to T3:00	0	0
Power limit in T3	P1	P1
T4 = From T3:00 to T4:00	0	0
Power limit in T4	P1	P1

SUNDAY CALENDAR SCHEDULING

T1 = From 00:00 to T1:00	24	24
Power limit in T1	P1	P1
T2 = From T1:00 to T2:00	0	0
Power limit in T2	P1	P1
T3 = From T2:00 to T3:00	0	0
Power limit in T3	P1	P1
T4 = From T3:00 to T4:00	0	0
Power limit in T4	P1	P1

POWER CONTROLLER STATUS

Power Exceeded Counter	0
Mean Power Log Index	1
Mean Power Log [0]	0.0 kW
Mean Power Log [1]	0.0 kW
Mean Power Log [2]	0.0 kW
Mean Power Log [3]	0.0 kW
Mean Power Log [4]	0.0 kW
Mean Power Log [5]	0.0 kW
Mean Power Log [6]	0.0 kW
Mean Power Log [7]	0.0 kW
Mean Power Log [8]	0.0 kW
Mean Power Log [9]	0.0 kW
Mean Power Log [10]	0.0 kW
Mean Power Log [11]	0.0 kW
Mean Power Log [12]	0.0 kW
Mean Power Log [13]	0.0 kW
Mean Power Log [14]	0.0 kW
Mean Power Log [15]	0.0 kW

Figure 14 - Paramètres de charge

Ekip T&P

Next BW @ 3

- Information
- Status
- Alarms
- Trips
- Measures
- Statistics
- Unit configuration
- Protection Parameters
- Modules
- Harmonics
- Programmable Status
- Measures History
- Trip History
- Events log
- Datalogger
- Reserved Menu
- Trend
- Advanced Power Control
- Basic Information
- Advanced Information
- Parameters Load 1
- Parameters Load 2
- Parameters Load 3
- Parameters Load 4
- Parameters Load 5

Parameters Load 1-5

LOAD 1 PARAMETERS

Identifier	Load 1	Load 1
Operating Mode	Automatic	Automatic
Shed Priority	1, the lower	1, the lower
User Type	Load	Load
Connection Type	1 wire for Open-Close	1 wire for Open-Close
Open-Close Contact Mapping	Custom: 0x8101	Custom... Custom
Optional Contact Mapping	Custom: 0x8104	Custom... Custom
t_ON minimum	0 min	0
t_OFF minimum	0 min	0
t_OFF maximum	0 min	0
Time Window From:	0 h	0
Time Window To:	0 h	0

LOAD 2 PARAMETERS

Identifier	Load 2	Load 2
Operating Mode	Automatic	Automatic
Shed Priority	2	2
User Type	Load	Load
Connection Type	1 wire for Open-Close	1 wire for Open-Close
Open-Close Contact Mapping	Custom: 0x8102	Custom... Custom
Optional Contact Mapping	None	None Custom
t_ON minimum	0 min	0
t_OFF minimum	0 min	0
t_OFF maximum	0 min	0
Time Window From:	0 h	0
Time Window To:	0 h	0

LOAD 3 PARAMETERS

Identifier	Load 3	Load 3
------------	--------	--------

LOAD 4 PARAMETERS

Identifier	Load 4	Load 4
Operating Mode	Automatic	Automatic
Shed Priority	4	4
User Type	Load	Load
Connection Type	1 wire for Open-Close	1 wire for Open-Close
Open-Close Contact Mapping	Custom: 0x8610	Custom... Custom
Optional Contact Mapping	None	None Custom
t_ON minimum	0 min	0
t_OFF minimum	0 min	0
t_OFF maximum	0 min	0
Time Window From:	0 h	0
Time Window To:	0 h	0

LOAD 5 PARAMETERS

Identifier	Load 5	Load 5
Operating Mode	Automatic	Automatic
Shed Priority	5	5
User Type	Load	Load
Connection Type	1 wire for Open-Close	1 wire for Open-Close
Open-Close Contact Mapping	Custom: 0x8201	Custom... Custom
Optional Contact Mapping	None	None Custom
t_ON minimum	0 min	0
t_OFF minimum	0 min	0
t_OFF maximum	0 min	0
Time Window From:	0 h	0
Time Window To:	0 h	0

4. Réglages et raccordements

Les scénarios typiques de raccordement entre le disjoncteur principal Emax 2 équipé de l'*Ekip Power Controller* et les autres disjoncteurs ouverts/à boîtier moulé ou les interrupteurs-sectionneurs du côté charge sont indiqués ci-dessous, pour une installation dans le même tableau et dans des tableaux différents. Toutefois, comme mentionné ci-dessus, il existe la possibilité de commander les contacteurs et les circuits de commande également.

4.1 Scénario A : même tableau

4.1.1 Scénario A1 – raccordements filaires, charges contrôlées ≤ 5

Avec les disjoncteurs Emax 2.2 ou 4.2 ou 6.2 équipés de l'*Ekip Power Controller*, il est possible de commander jusqu'à cinq appareils de commutation pour piloter les charges. Cela est réalisé à l'aide des modules Ekip Signalling (Figure 14). À l'opposé, lorsque l'on utilise un disjoncteur équipé de l'*Ekip Power Controller* du type Emax 1.2, il est possible de commander deux appareils en aval par raccordement filaire.

Le disjoncteur principal Emax 2 doit être équipé des éléments suivants :

- Fonction *Ekip Power Controller* (avec Ekip Measuring si le déclencheur n'est pas un Hi Touch)
- Module Ekip Supply
- Modules Ekip Signalling
- Pour chaque charge/générateur/contrôlé(e) :
- 1 entrée numérique pour l'état ouvert/fermé de l'appareil de commutation
- 1 entrée numérique pour activer/désactiver l'appareil de commutation (en option)
- 1 sortie numérique pour donner la commande d'ouverture/fermeture au dispositif en aval s'il s'agit d'un contacteur ou d'un circuit de commande (en mode verrouillé)
- 2 sorties numériques pour donner la commande d'ouverture/fermeture au dispositif en aval s'il s'agit d'un disjoncteur ou d'un interrupteur-sectionneur (en mode non verrouillé)
- 1 entrée numérique pour la synchronisation d'horloge avec le compteur intelligent du GRD(en option)

Chaque disjoncteur ouvert ou interrupteur-sectionneur contrôlé du type Emax 2 doit être équipé des accessoires suivants³ :

- déclencheur d'ouverture à émission (YO)
- déclencheur de fermeture à émission (YC)
- motorisation pour chargement automatique des ressorts de fermeture (M)
- contact pour signalisation électrique de disjoncteur ouvert en raison de déclenchement de surintensité (S51), non disponible en cas d'interrupteur-sectionneur
- contact auxiliaire d'ouverture/fermeture de disjoncteur (Q/1)

Chaque disjoncteur à boîtier moulé contrôlé du type Tmax et Tmax XT doit être équipé des accessoires suivants³ :

- commande par moteur à accumulation d'énergie (MOE) ou commande par moteur à action directe (MOD)
- contact pour signalisation électrique de disjoncteur ouvert en raison de déclenchement de surintensité (S51), non disponible en cas d'interrupteur-sectionneur
- contact auxiliaire d'ouverture/fermeture de disjoncteur (Q/1)

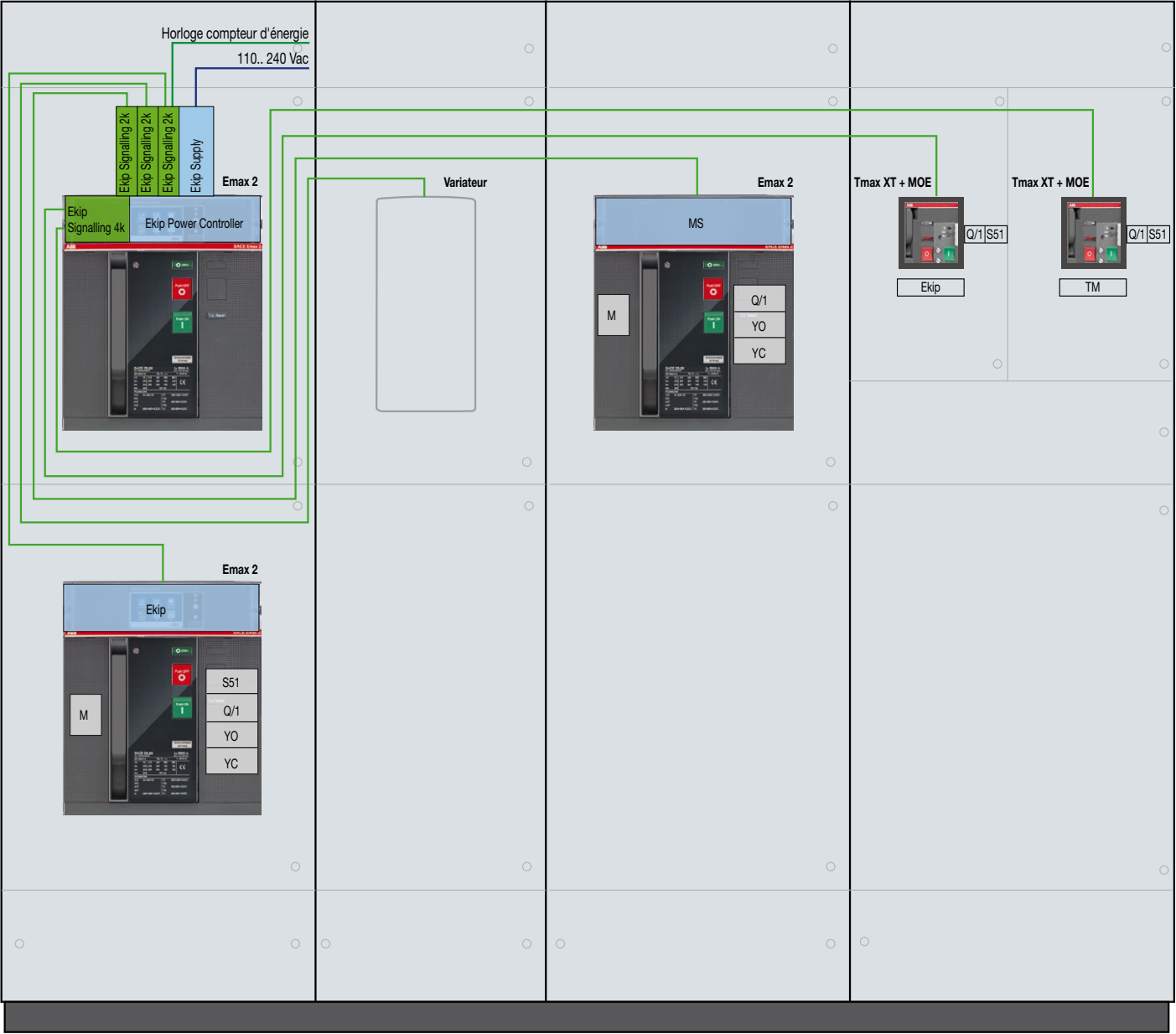
Chaque disjoncteur miniature contrôlé du type S800, S200 et DS200 doit être équipé des accessoires suivants⁴ :

- commande par moteur S800-RSU-H pour les disjoncteurs thermiques magnétiques de la série S800
- commande par moteur S2C-CM pour les disjoncteurs thermiques magnétiques de la série S200 et DS2C-CM pour les disjoncteurs thermiques magnétiques de la série DS200

³ Ne pas oublier qu'un raccordement doit être prévue avec une tension auxiliaire (110... 240Vac) pour l'alimentation des déclencheurs d'ouverture/fermeture, du moteur pour chargement du ressort et des commandes par moteur de type MOE et MOD.

⁴ Ne pas oublier qu'un raccordement doit être prévue avec une tension auxiliaire (voir le catalogue « System pro M Compact ») pour l'alimentation des commandes par moteur et des dispositifs assurant le fonctionnement de moteurs. Les contacts de signalisation du disjoncteur ouvert/fermé et du disjoncteur ouvert en raison du déclenchement de surintensité sont intégrés dans la commande par moteur.

Figure 15



4. Réglages et raccordements

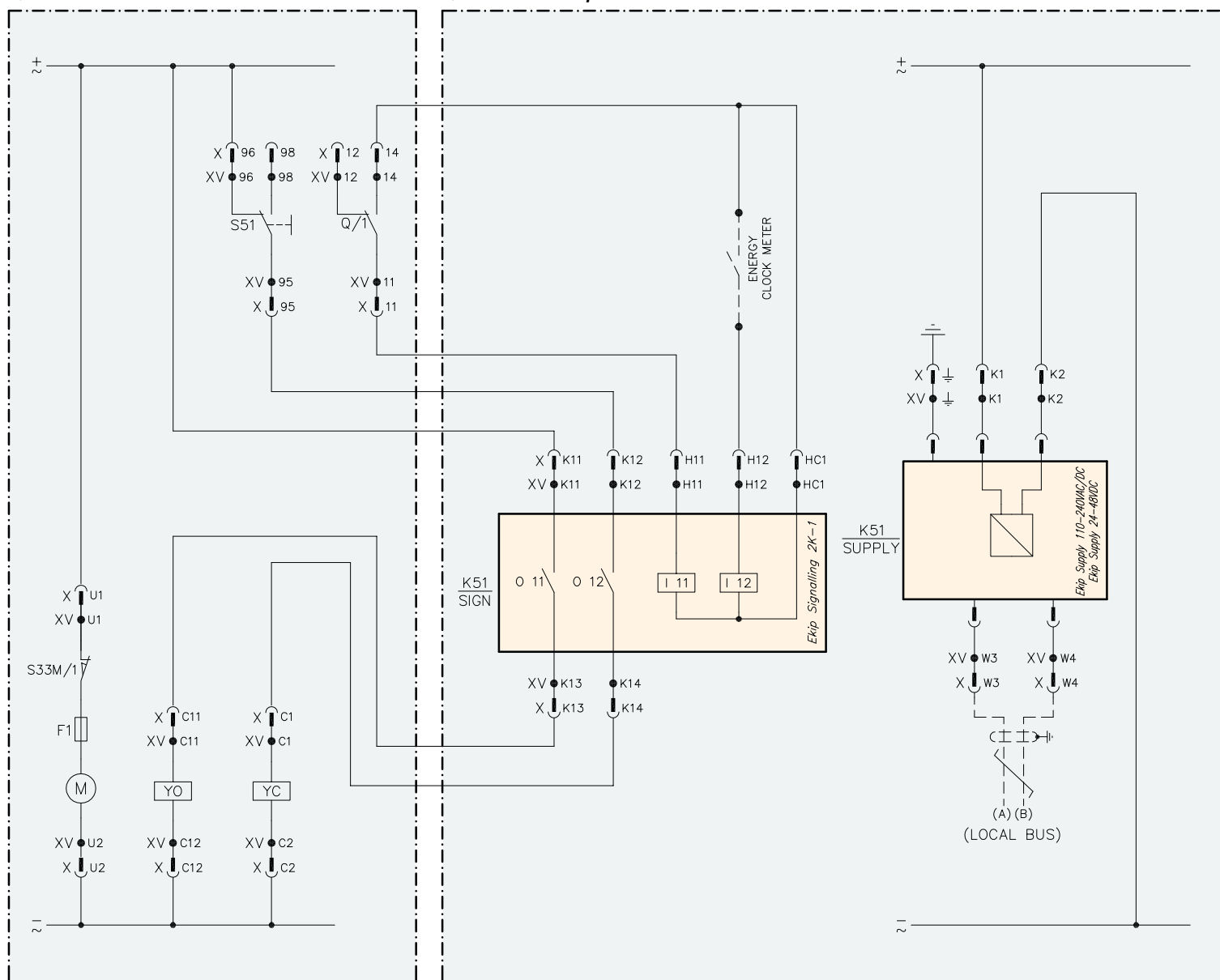
La Figure 16 représente un schéma de circuit avec un exemple des raccordements à effectuer aux bornes concernées pour connecter le Emax 2 équipé de l'Ekip Power Controller avec les deux disjoncteurs commandés sur le côté charge :

l'un est un disjoncteur ouvert du type Emax 2, tandis que l'autre est un disjoncteur à boîtier moulé Tmax XT. Comme on peut le constater, les deux modules Ekip Signalling 2K et Ekip Signalling 4K ont été utilisés pour le contrôle afin de donner un exemple.

Figure 16

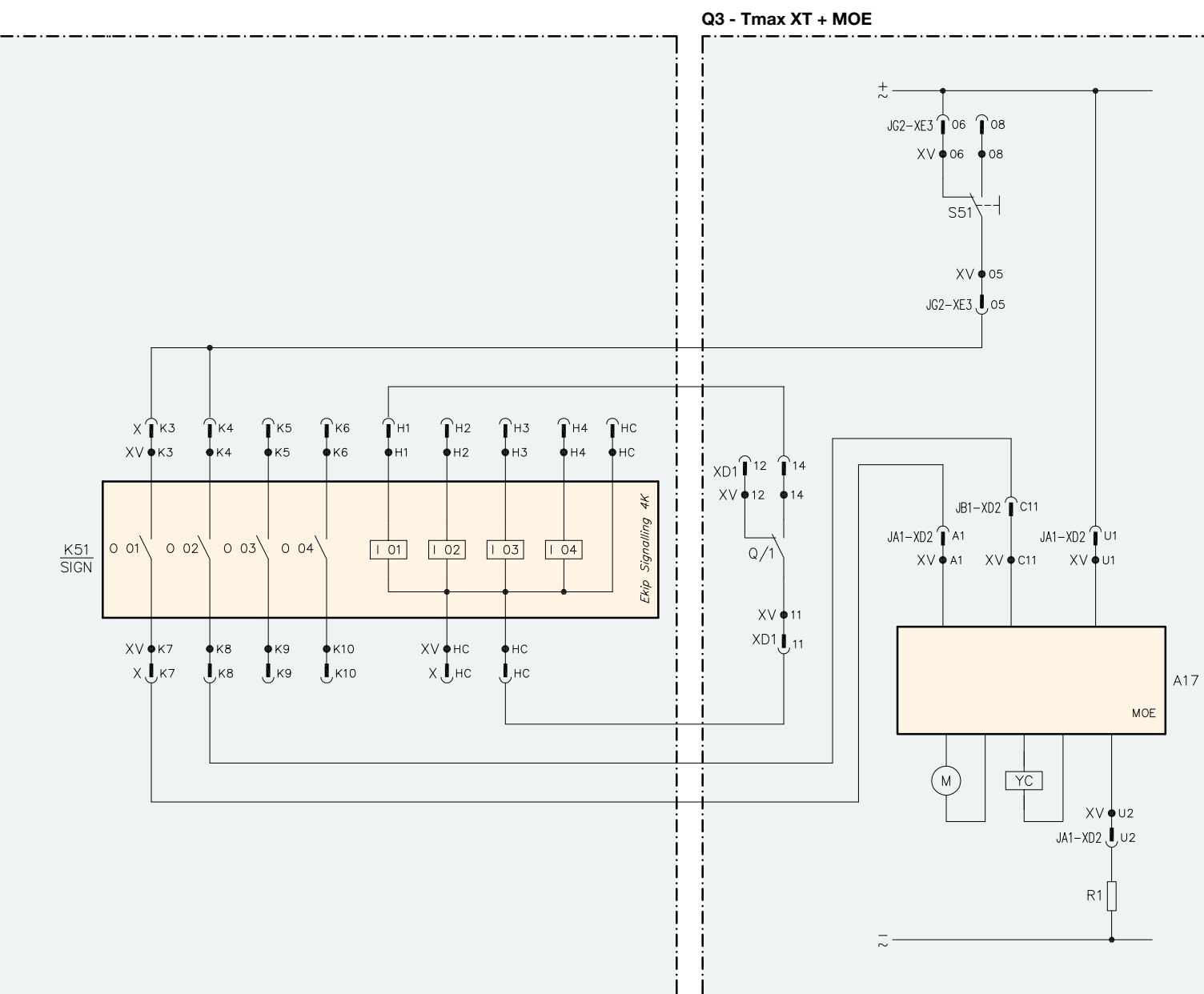
Q2 - Emax 2

Q1 - Emax 2 + Ekip Power Controller



Lorsque l'on souhaite commander trois autres disjoncteurs, l'un d'eux peut être encore géré par l'Ekip Signalling 4K, tandis que pour gérer les deux autres, un Emax 2 doit être équipé de l'Ekip Power Controller avec deux modules Ekip Signalling 2K supplémentaires.

Le schéma représente également le contact de synchronisation, qui n'a besoin d'être câblé qu'à l'un des modules Ekip Signalling.



4. Réglages et raccordements

4.1.2 Scénario A2 – raccordements filaires, charges contrôlées > 5

Lorsque l'on souhaite gérer plus de cinq disjoncteurs (jusqu'à 15) dans le même tableau, il est possible d'utiliser l'Ekip 10K monté sur rail DIN, en interface avec le disjoncteur principal comprenant l'*Ekip Power Controller* par l'intermédiaire du raccordement de bus interne (connexion aux bornes W3, W4 du Emax 2)⁵.

Il est possible d'utiliser jusqu'à trois modules Ekip 10K et chaque module doit être traité par la configuration de commutateur DIP prévue sur le module lui-même.

Un câblage est toutefois prévu pour les disjoncteurs afin de permettre de commander les déclencheurs d'ouverture/de fermeture et les commandes par moteur (Figure 17).

Le disjoncteur principal Emax 2 doit être équipé de⁶ :

- la fonction *Ekip Power Controller* (avec Ekip Measuring si le déclencheur n'est pas un Hi Touch)
- le module Ekip Supply

Chaque disjoncteur/interrupteur-sectionneur contrôlé du type ouvert Emax 2 ou du type à boîtier moulé Tmax et Tmax XT et chaque disjoncteur miniature du type S800 et S200 doit être équipé des mêmes accessoires que ceux du scénario précédent.

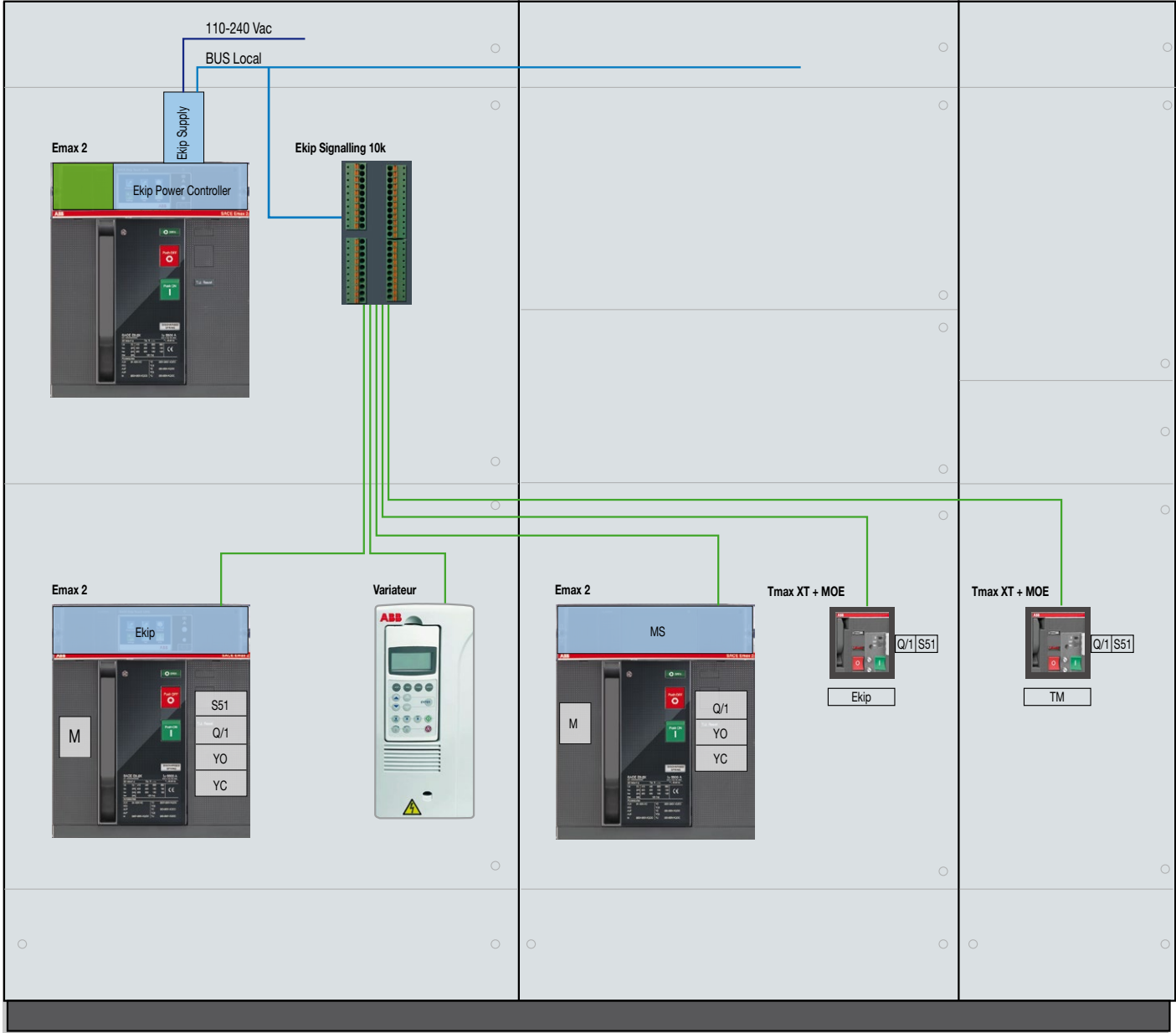
La Figure 18 représente un schéma de circuit avec un exemple des raccordements à effectuer aux bornes concernées pour connecter le Emax 2 équipé de l'*Ekip Power Controller*, l'unité externe Ekip 10K pour montage sur rail DIN et les deux disjoncteurs commandés sur le côté charge : l'un est un disjoncteur ouvert de type Emax 2 tandis que l'autre est un disjoncteur à boîtier moulé Tmax XT.

Lorsque l'on souhaite commander trois autres disjoncteurs, le câblage mentionné ci-dessus doit être reproduit pour chaque disjoncteur supplémentaire. Lorsque l'on souhaite plutôt commander plus de cinq disjoncteurs, il suffit d'ajouter des modules Ekip 10K supplémentaires (un pour chaque groupe de cinq disjoncteurs jusqu'à un total de trois modules), de les connecter au bus interne (en attribuant une adresse à chacun d'entre eux par le biais des commutateurs DIP concernés) et de reproduire le même câblage.

⁵ Le câble à utiliser est une paire torsadée blindée de 15 m de longueur maximum. Le SACE ABB spécifie un câble de type Belden 3105A, mais l'utilisation d'autres types de câbles présentant les mêmes caractéristiques est autorisée. Le blindage du câble doit être connecté à la terre sur le côté disjoncteur.

⁶ Dans ce cas, le signal de synchronisation peut être délivré à une entrée du module Ekip Signalling 10K.

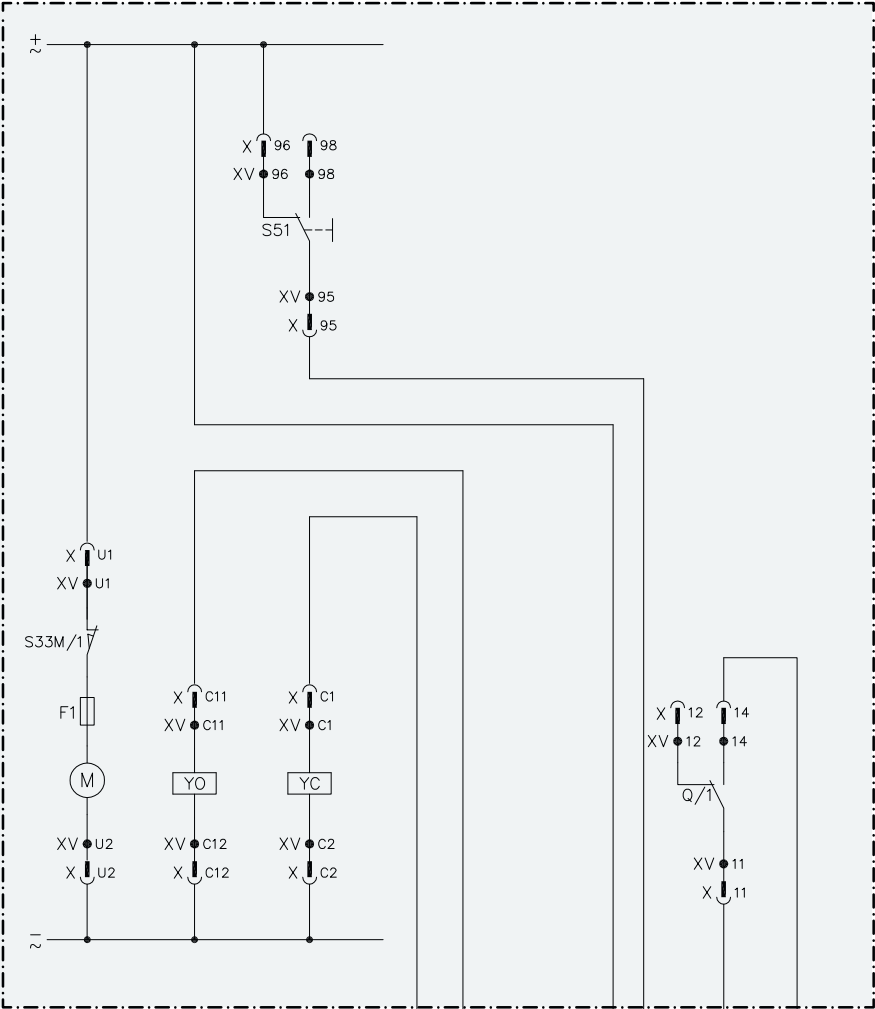
Figure 17



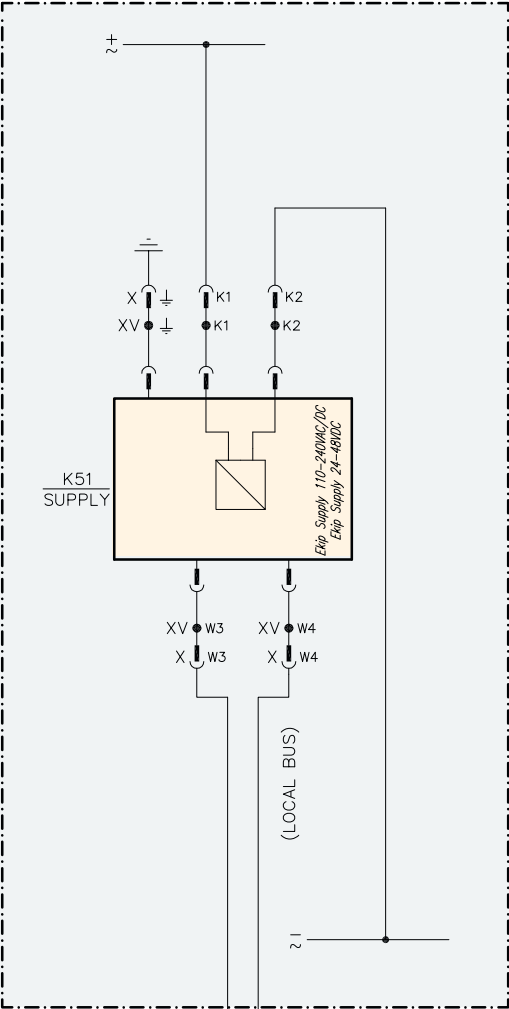
4. Réglages et raccordements

Figure 18

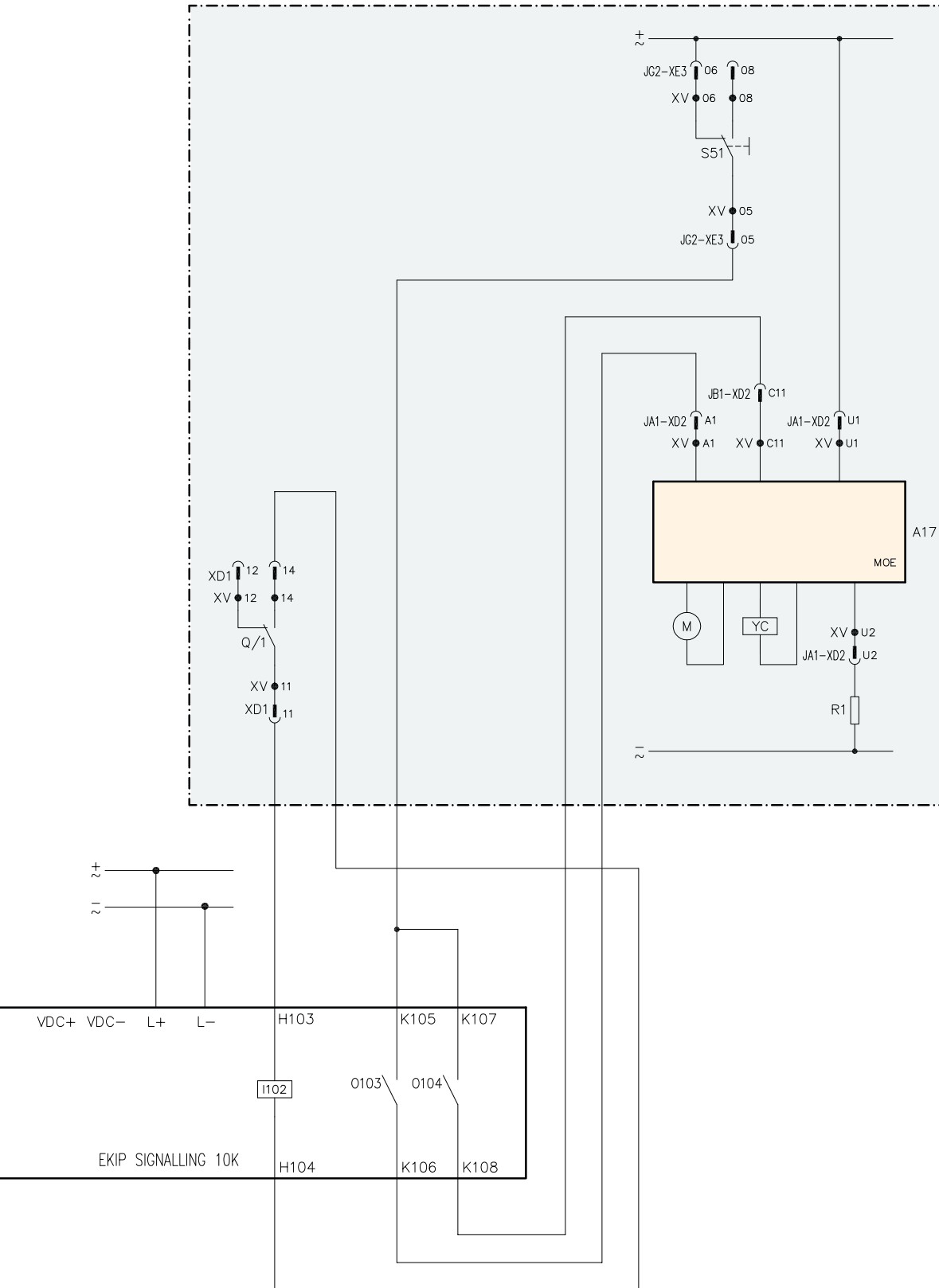
Q2 - Emax 2



Q1 - Emax 2 + Ekip Power Controller



Q3 - Tmax XT + MOE



4. Réglages et raccordements

4.2 Scénario B : tableaux différents

4.2.1 Scénario B1 – raccordement à des disjoncteurs Emax 2 via l'Ekip Link

Comme pour le câblage, si les disjoncteurs/interrupteurs-sectionneurs des charges contrôlées sont du type Emax 2 et installés dans des tableaux différents, il est plus simple et moins coûteux d'exécuter la communication et le contrôle par le biais de la connexion Ekip Link, qui permet une gestion à longue distance. Dans ce cas, chaque disjoncteur doit disposer d'une alimentation auxiliaire. Il existe toutefois la possibilité de commander d'autres disjoncteurs dans le même tableau au moyen du même câblage décrit dans le scénario A1 (Figure 19).

Le disjoncteur principal Emax 2 doit être équipé des éléments suivants :

- Fonction *Ekip Power Controller* (avec Ekip Measuring si le déclencheur n'est pas un Hi Touch)
- Module Ekip Supply

- Module Ekip Link⁷
- Module Ekip Signalling pour la synchronisation d'horloge avec le compteur intelligent du GRD (en option)

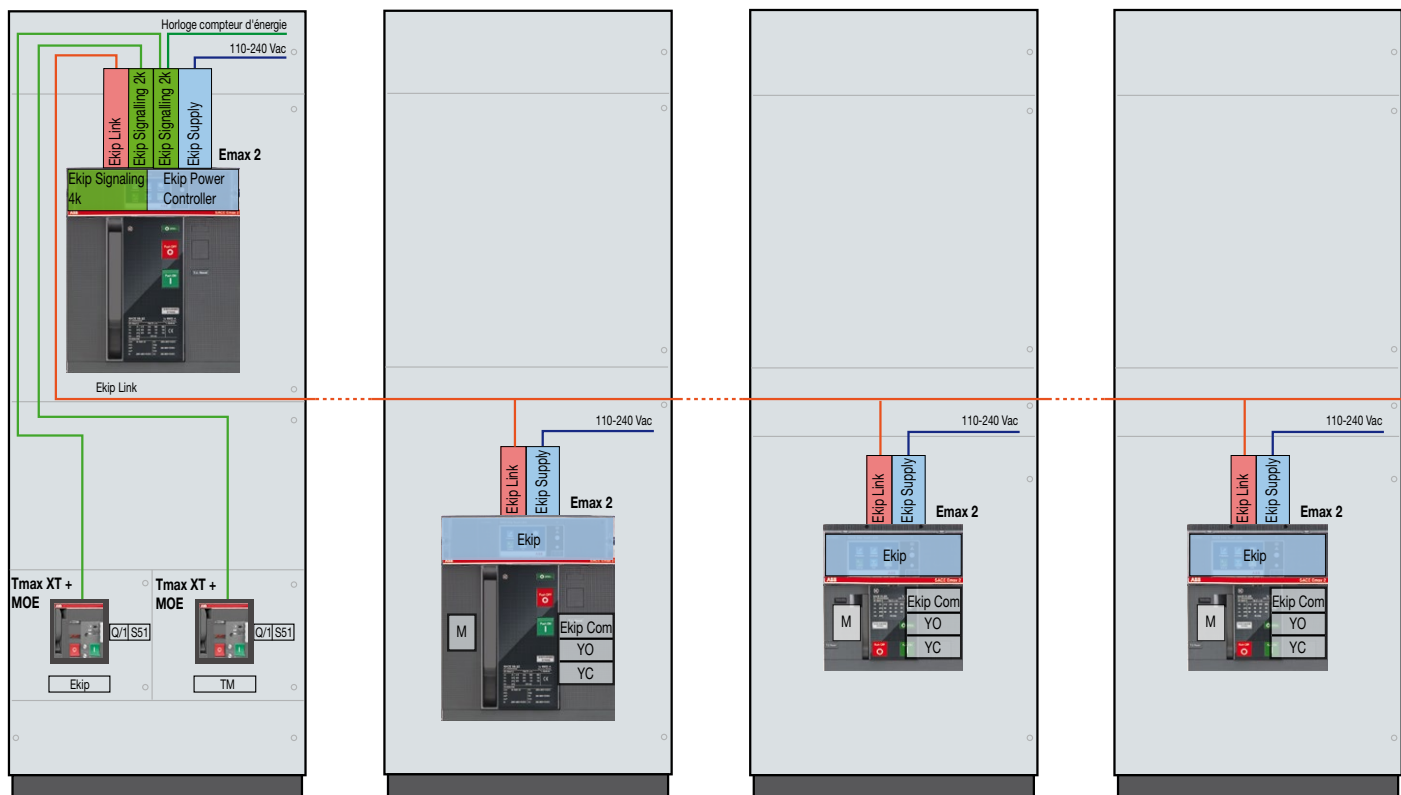
Chaque disjoncteur automatique ouvert ou interrupteur-sectionneur contrôlé du type Emax 2 doit être équipé des accessoires suivants :

- Module Ekip Supply
- Module Ekip Link
- déclencheur d'ouverture à émission (YO)
- déclencheur de fermeture à émission (YC)
- motorisation pour chargement automatique des ressorts de fermeture (M)⁸
- Actionneur interne Ekip Com Actuator

⁷ Les clients doivent garantir la présence d'un commutateur Ethernet comptant un certain nombre de sorties en fonction du nombre de disjoncteurs/interrupteurs-sectionneurs à contrôler.

⁸ Toutefois l'alimentation des déclencheurs d'ouverture/de fermeture YO et YC et du moteur de chargement de ressort doit être également prévue.

Figure 19



Toujours avec des tableaux différents, lorsque des disjoncteurs et des interrupteurs-sectionneurs des séries Emax, Tmax et Tmax XT et/ou des disjoncteurs miniatures sont également installés, il est possible d'utiliser le module Ekip Signalling 10K. Il est équipé d'une interface pour Ekip Link par câble Ethernet standard, tel qu'un câble STP et un connecteur RJ45. (Figure 20).

- Fonction *Ekip Power Controller* (avec Ekip Measuring si le déclencheur n'est pas un Hi Touch)
- Module Ekip Supply
- Module Ekip Link et/ou module Ekip Signalling
- 1 entrée numérique pour la synchronisation d'horloge avec le compteur intelligent du GRD (en option)

Chaque disjoncteur/interrupteur-sectionneur contrôlé du type ouvert Emax 2 ou du type à boîtier moulé Tmax et Tmax XT et chaque disjoncteur miniature du type S800 et S200 contrôlé par le module Ekip Signalling 10K doit être équipé des mêmes accessoires que ceux du scénario A2.

The diagrams illustrate the connection of Ekip and Emax 2 components for a 110-240 Vac system. The left diagram shows a full setup with Ekip Link, Ekip Signalling 2k, Ekip Signalling 4k, Ekip Power Controller, Ekip Supply, and Emax 2, connected to Tmax XT+ MOE and TM. The middle diagram shows a simplified setup with Ekip Link, Ekip Supply, and Emax 2. The right diagram shows a further simplified setup with Ekip Signalling 10k, Emax 2, and TM.

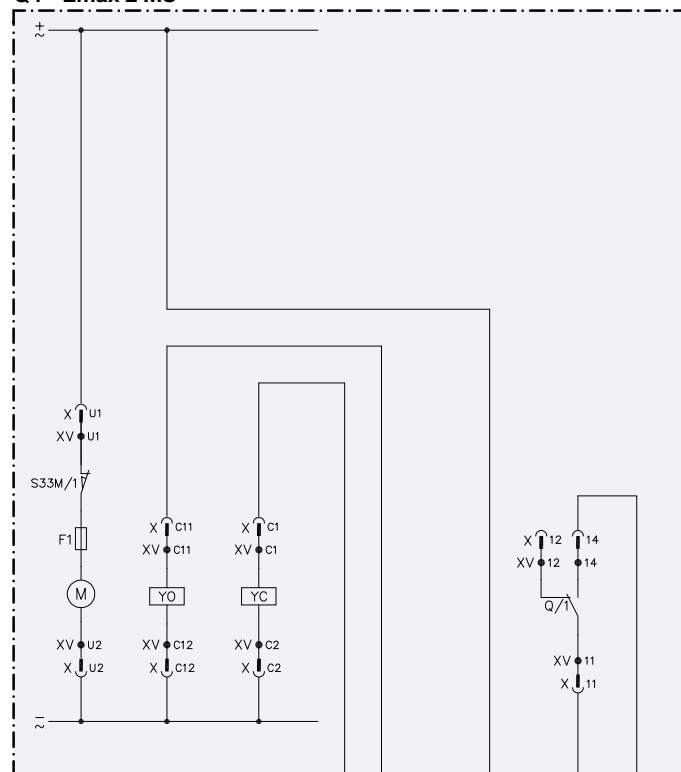
4. Réglages et raccordements

La Figure 21 représente un schéma de circuit avec un exemple des raccordements à effectuer aux bornes concernées pour connecter l'Emax 2 équipé de l'Ekip Power Controller avec les trois disjoncteurs sur le côté charge, installés dans d'autres tableaux et commandés par l'Ekip Link : l'un est un disjoncteur ouvert du type Emax 2, le deuxième est un interrupteur-sectionneur Emax 2, et le troisième est un disjoncteur à boîtier

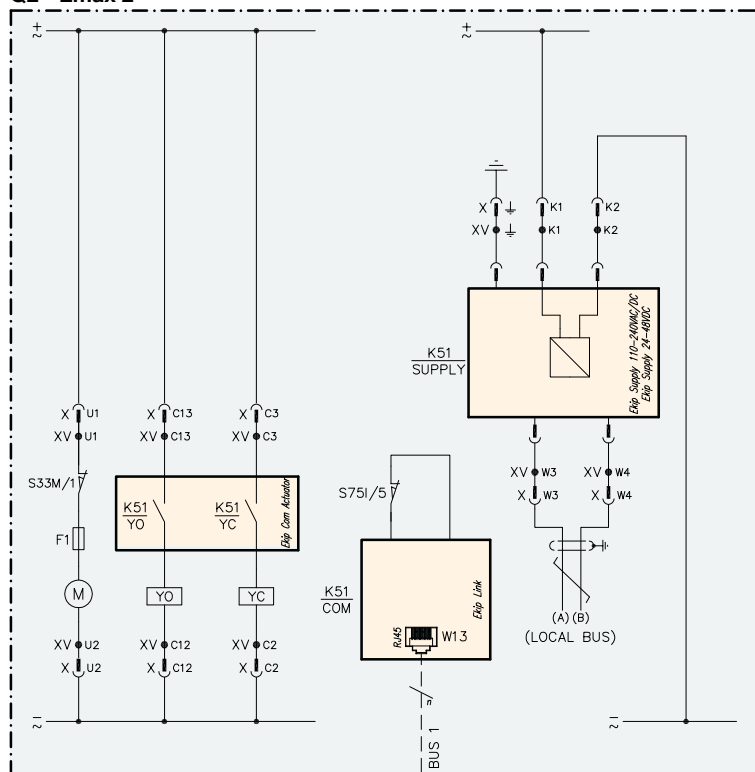
moulé Tmax XT. Comme on peut le voir sur le schéma, par l'intermédiaire de l'Ekip Link (et d'un commutateur Ethernet), il est possible de commander directement un Emax 2 (sans câblage supplémentaire) ou d'effectuer un raccordement avec l'Ekip Signalling 10K pour la gestion filaire des autres disjoncteurs. En particulier, les disjoncteurs Emax 2 commandés par l'Ekip Link doivent être équipés des déclencheurs

Figure 21

Q4 - Emax 2 MS



Q2 - Emax 2

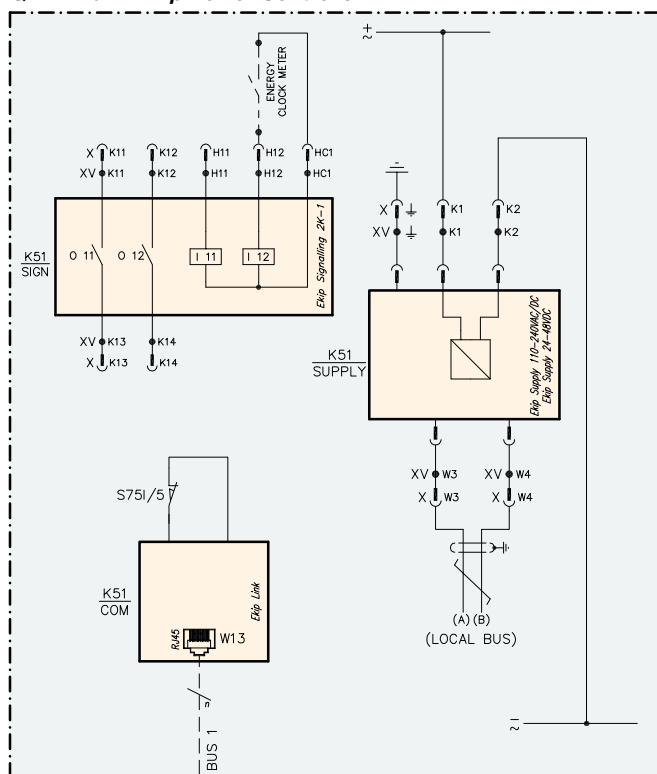


4.3 Scénario C : raccordement avec deux transformateurs

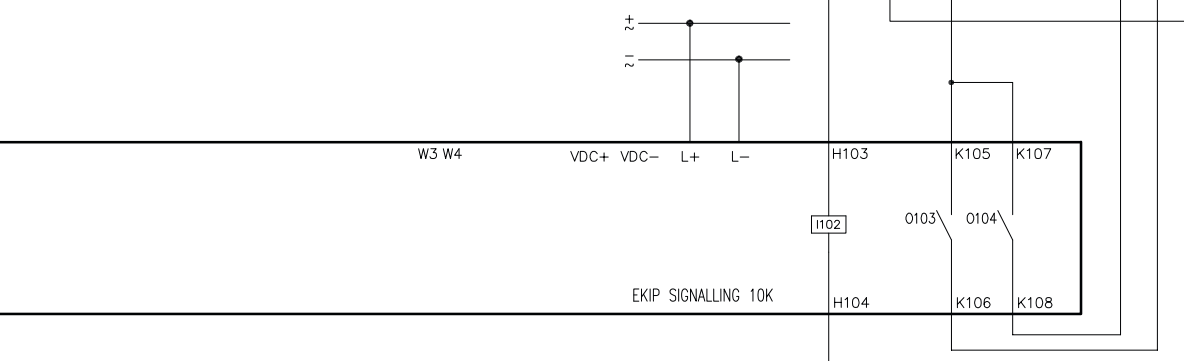
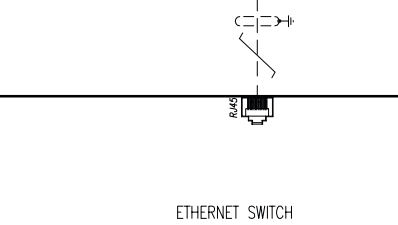
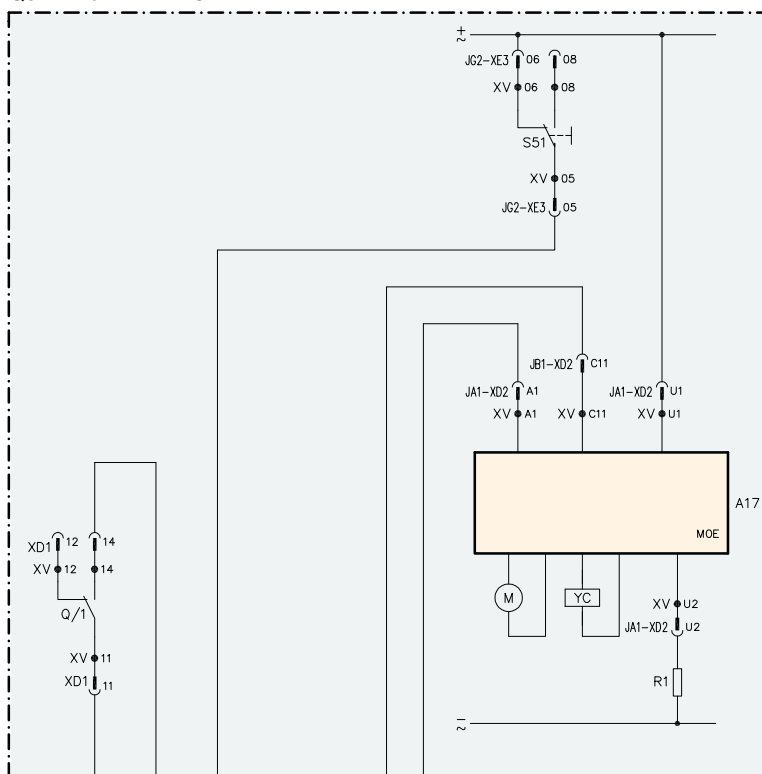
Dans une installation comptant deux transformateurs MT/BT, il est possible d'installer un seul disjoncteur équipé de l'*Ekip Power Controller* sur le bus de l'un des deux transformateurs, sans

avoir à dupliquer le câblage (Figure 22). Il suffit de connecter le second disjoncteur à l'Ekip Link et de monter les modules Ekip Supply et Ekip Measuring, tandis que sur le premier disjoncteur équipé de l'*Ekip Power Controller*, il suffit d'ajouter l'adresse IP du second disjoncteur dans l'Ekip Connect pour pouvoir lire la part de l'énergie absorbée qui passe à travers.

Q1 - Emax 2 Ekip Power Controller



Q3 - Tmax XT + MOE



4. Réglages et raccordements

Ensuite, le premier disjoncteur doit effectuer l'analyse (et la gestion de charge associée) de l'énergie totale consommée dans l'installation. Cette énergie totale est la somme des deux profils d'énergie détectés par les deux modules de mesure. En particulier, si les deux transformateurs fonctionnent en alternance, lorsque le second transformateur est mis en service, le premier disjoncteur effectue l'analyse de l'énergie qui a été absorbée par l'installation et qui, dans ce cas, circule exclusivement par le second disjoncteur (Figure 23).

L'un des deux disjoncteurs principaux Emax 2 doit être équipé de :

- Fonction *Ekip Power Controller* (avec Ekip Measuring si le déclencheur n'est pas un Hi Touch)
- Module Ekip Supply
- Module Ekip Link et/ou module Ekip Signalling
- 1 entrée numérique pour la synchronisation d'horloge avec le compteur intelligent du GRD (en option)

L'autre disjoncteur Emax 2 doit être équipé de :

- Ekip Measuring avec déclencheur Hi Touch
- Module Ekip Supply
- Module Ekip Link

Chaque disjoncteur/interrupteur-sectionneur contrôlé et chaque disjoncteur miniature doit être équipé des mêmes accessoires que ceux du scénario précédent.

Figure 22

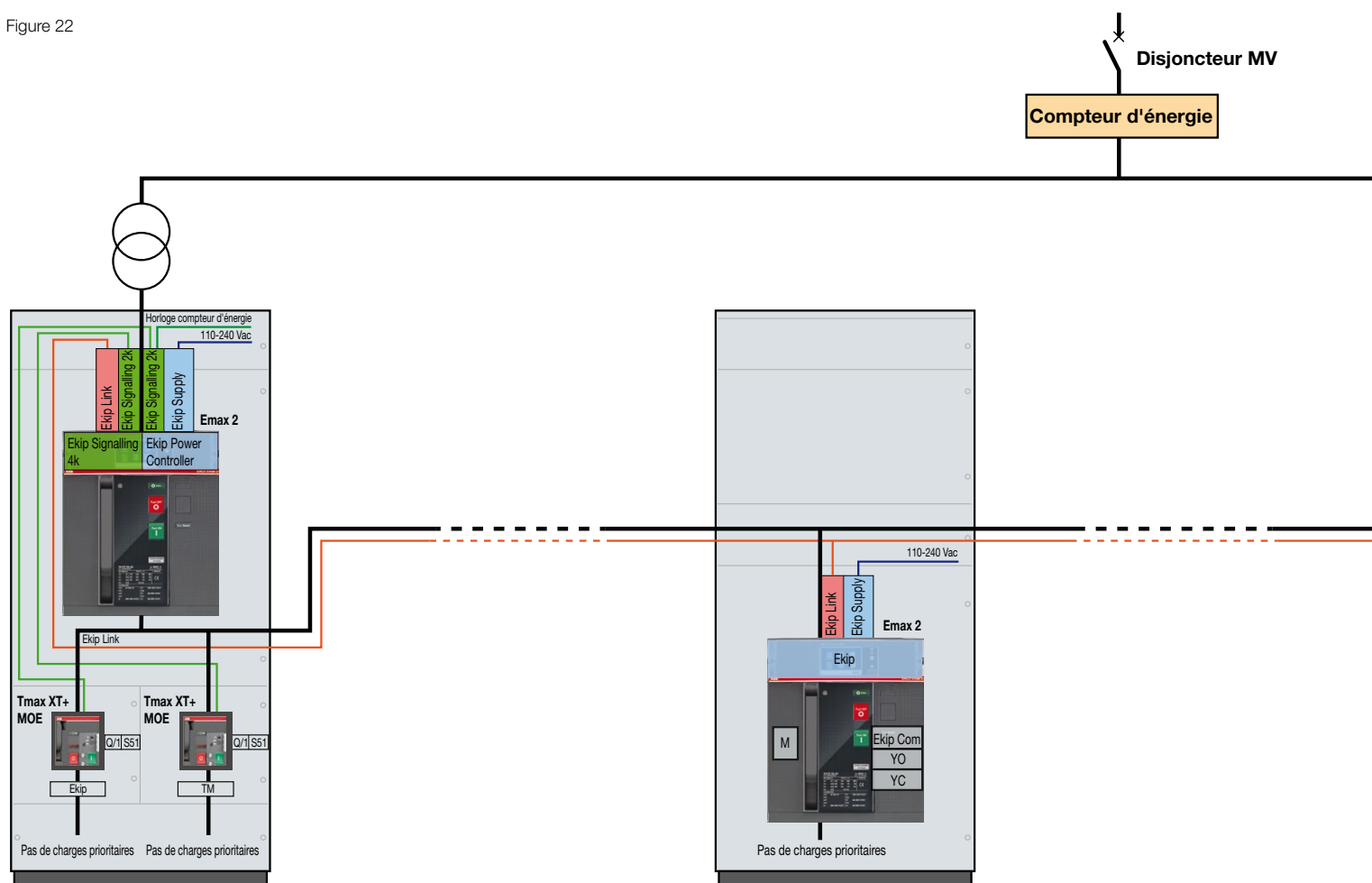
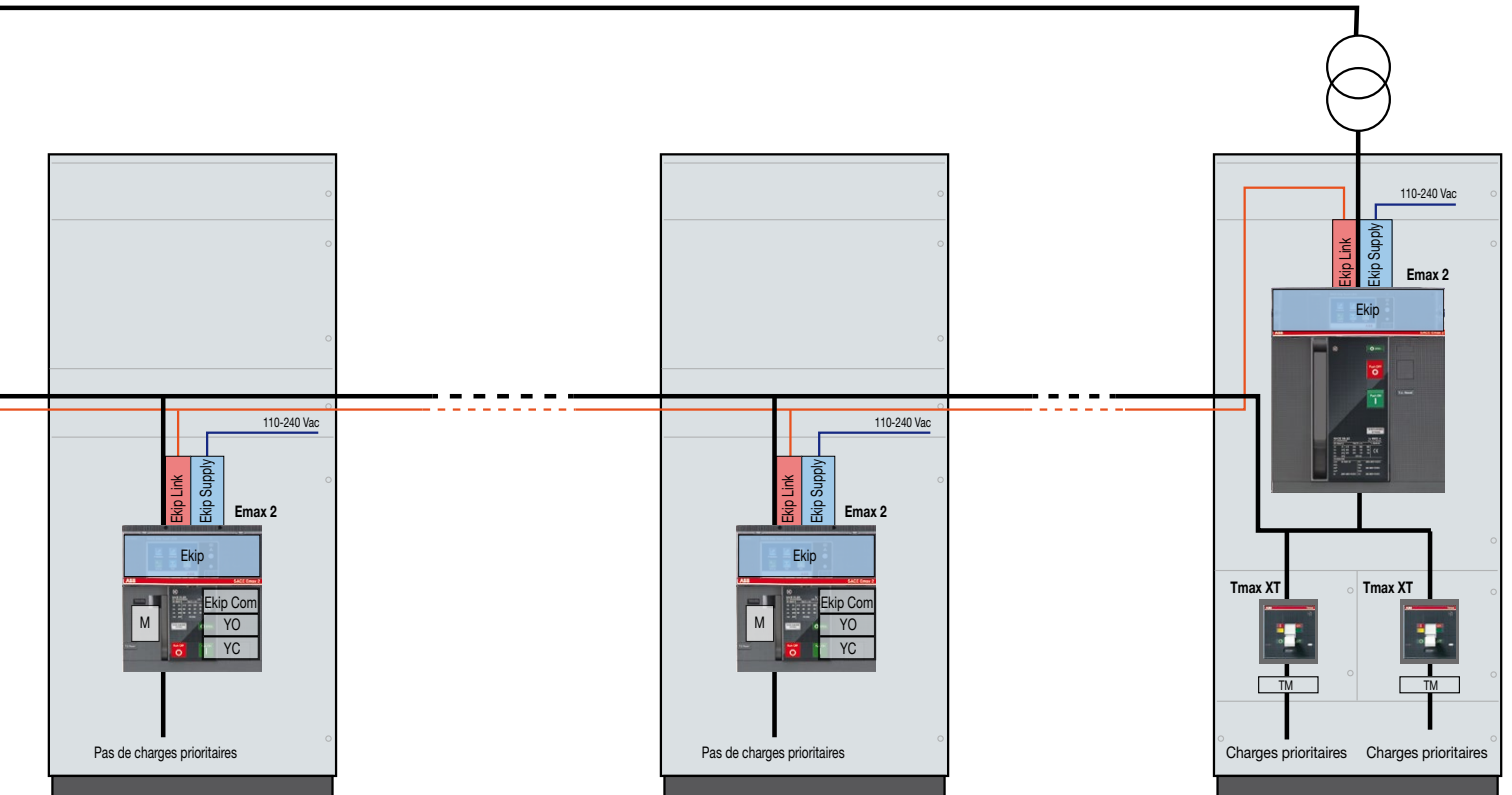
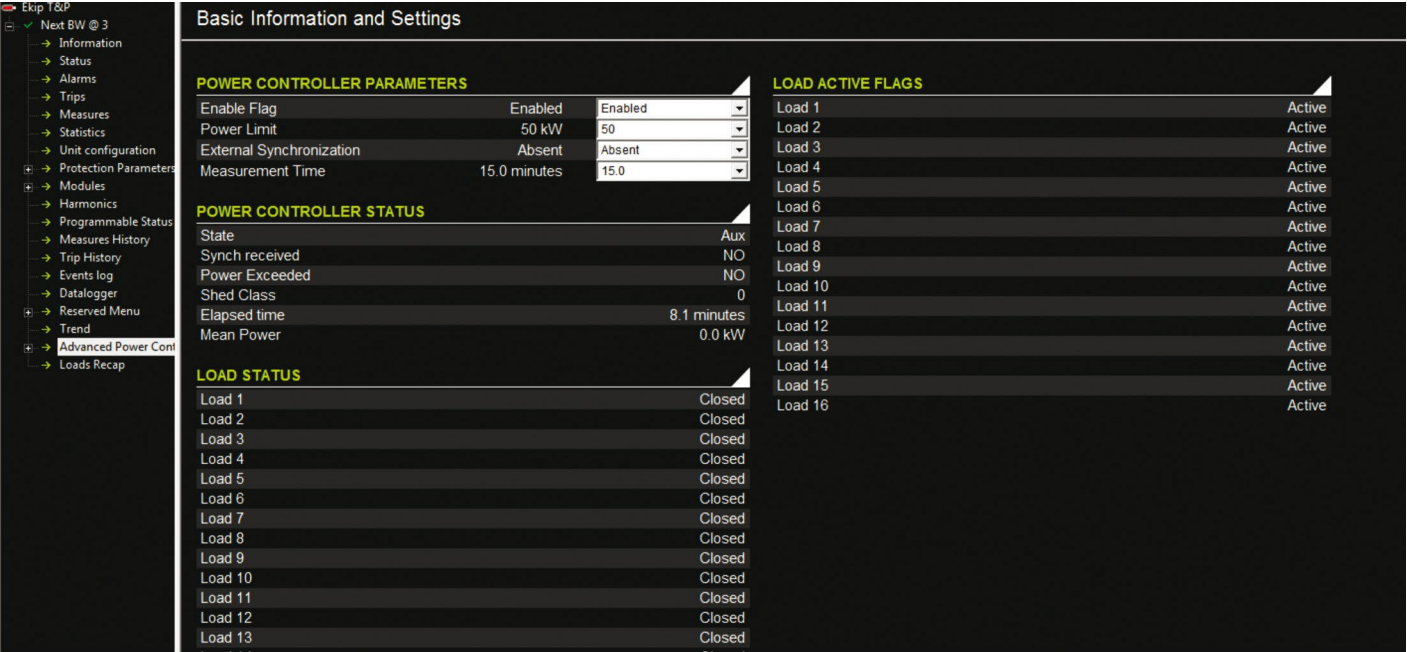


Figure 23



5. Exemple d'application

L'exemple qui suit illustre une application pratique de gestion des charges dans une installation dans laquelle l'*Ekip Power Controller* est utilisé pour diminuer la demande en puissance maximale du réseau. L'objectif étant de réduire la puissance contractualisée avec le GRD, afin de réaliser des économies.

Cet exemple se réfère en particulier à un complexe hôtelier 4 étoiles à air conditionné, comptant 80 chambres (20 à chaque étage) et connecté à un réseau MT de 15 kV par l'intermédiaire de son propre poste de transformation. Le complexe comprend un parking privé souterrain, une piscine, un centre de bien-être (spa), un court de tennis et un parking extérieur.

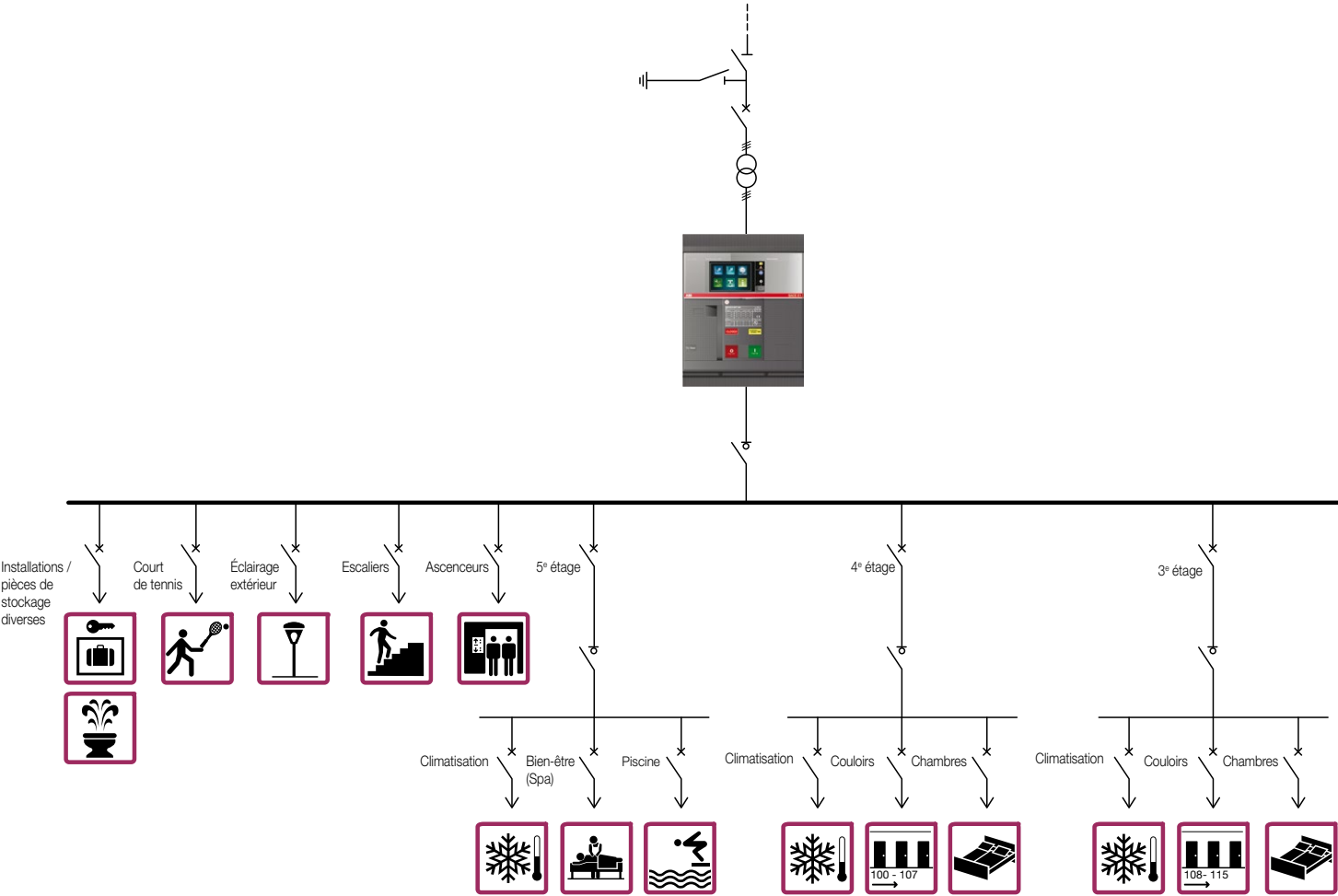
La consommation mensuelle moyenne est d'environ 150 MWh et une installation de correction de facteur de puissance est installée afin de maintenir le facteur de puissance mensuel moyen supérieur ou égal à 0.9.

Pendant la haute saison, une absorption de puissance totale maximale d'environ 578 kW a été détectée. Le tableau suivant est le résultat d'une analyse plus détaillée de la demande de puissance des différents types de charge.

Tableau 1 – Puissance absorbée [W] en fonction du type de charge

Pièces	168000
Couloirs	3600
Escaliers	2880
Hall	4800
Cuisine (fours/étuves électriques, réfrigérateurs, congélateurs)	16000
Restaurant	19200
Bar	4200
Ascenseurs	32400
Climatisation	208320
Buanderie	8400
Piscines	32000
Centre de bien-être/spa	32000
Salle de congrès	14400
Installations et pièces de stockage diverses	9600
Courts de tennis (éclairage de nuit)	4800
Éclairage extérieur	12000
Parking souterrain	6000
	578600

Figure 24



La fonction *Ekip Power Controller* permet de réduire la puissance maximale contractualisée avec le GRD. Le but est de diminuer l'absorption de puissance maximale à 500 kW. Ensuite, c'est la fonction *Ekip Power Controller* de l'Emax 2 qui déconnecte/reconnecte les charges définies pour ne pas dépasser la puissance contractuelle dans les intervalles horaires.

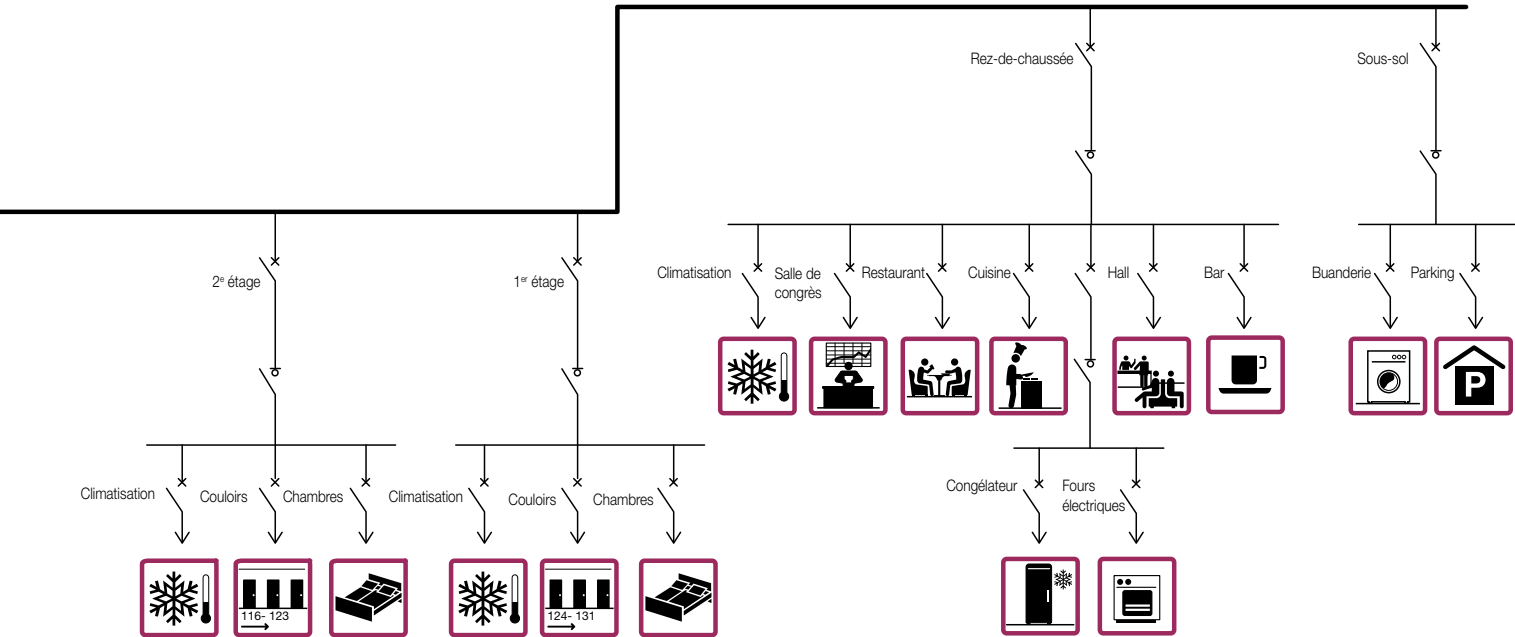
- Les charges sélectionnées, qui peuvent être déconnectées pendant quelques minutes et donc être gérées par l'*Ekip Power Controller* en fonction de la liste de priorité définie par l'utilisateur, sont les suivantes :
- système de climatisation considéré par étage
 - systèmes de chauffage d'eau et pompes de circulation de la piscine
 - chauffage dans le sauna, le bain turc, les zones d'hydromassage
 - étuves/fours électriques
 - buanderie
 - congélateurs
 - réfrigérateurs
 - diminution de l'éclairage des parkings souterrain et extérieur.

Le schéma électrique principal (Figure 24) représentant les différents disjoncteurs qui commandent/protègent les lignes d'alimentation des diverses charges est présenté ci-dessous : En tenant compte des différents pays, le Tableau 2 montre quelques exemples des économies annuelles possibles sur la puissance grâce à la fonction *Ekip Power Controller*⁹.

Tableau 2

Puissance contractuelle	Coûts annuels [€]		Économies annuelles [€]
	580 kW	500 kW	
Italie	16261.75	14018.75	2243.00
Espagne	7638.60	6585.00	1053.60
Chine	15590.40	13440.00	2150.40
Inde	17748.00	15300.00	2448.00
Brésil	20949.60	18060.00	2889.60

⁹ Les monnaies locales ont été converties en euros pour exprimer les coûts annuels. Pour une analyse approfondie du retour sur investissement, il convient de tenir compte des diverses économies annuelles mises à jour et des coûts initiaux d'équipement des disjoncteurs et du câblage supplémentaire.



6. FAQ

– Où est installée la fonction *Ekip Power Controller* ?

Cette fonction est intégrée au déclencheur électronique du disjoncteur principal de l'installation BT de l'utilisateur et mesure l'énergie totale consommée par le réseau.

– Comment est utilisée la synchronisation de l'*Ekip Power Controller* avec le compteur d'énergie et est-elle nécessaire ?

L'*Ekip Power Controller* garde la puissance consommée moyenne sous contrôle dans chaque intervalle temporel prédéfini (p. ex. 10 minutes), indépendamment de la présence du signal de synchronisation. Cependant, lorsque vous souhaitez que le compteur d'énergie et l'algorithme de l'*Ekip Power Controller* utilisent des mesures comparables (pour éviter de dépasser la limite de puissance contractuelle), il est nécessaire qu'ils utilisent les mêmes intervalles temporels et qu'ils commencent la mesure au même instant : la synchronisation des deux horloges est donc nécessaire.

– Combien de charges peuvent-elles être présentes dans une installation ?

L'*Ekip Power Controller* peut commuter et contrôler jusqu'à 15 charges. Pour chacune d'elles, l'*Ekip Power Controller* commande les opérations de déconnexion et de reconnexion de l'alimentation dès que c'est nécessaire pour maintenir la puissance moyenne dans les limites définies dans la période établie. Toutefois, en plus des charges, l'installation électrique peut comprendre n'importe quel nombre de charges indépendantes de l'*Ekip Power Controller*.

– En quoi le système *Ekip Power Controller* est-il plus efficace que le système basé sur le courant absorbé maximal ?

La puissance active instantanée consommée par une installation dépend du courant, de la tension et du facteur de puissance. Les systèmes qui utilisent le courant comme quantité à mesurer en vue de contrôler la puissance sont généralement basés sur des calculs prudents qui prennent en compte la puissance la plus élevée possible à une certaine valeur de courant. Par exemple, une installation alimentée par un transformateur de 15000/400 V avec un facteur de puissance et un courant de 1000 A consomme $P = \sqrt{3}VI \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1000 \cdot 1 = 693 \text{ kW}$.

Un système de contrôle de charge basé sur le courant évalue cette consommation de puissance si le courant mesuré est de 1000 A.

Mais si le facteur de puissance est inférieur à 1, ce qui arrive généralement lors de l'alimentation de moteurs, la puissance effectivement consommée est inférieure. Par conséquent, le système de contrôle peut estimer une valeur de puissance supérieure à la valeur réelle et déconnecter certaines charges alors que ce n'est pas nécessaire.

L'*Ekip Power Controller*, lui, en évaluant la puissance moyenne pendant la période, autorise le dépassement de la limite de puissance maximale pendant une brève durée, si l'énergie totale de la période concernée est inférieure au produit obtenu en multipliant la puissance moyenne par la période.

Par conséquent, l'*Ekip Power Controller* permet une meilleure exploitation énergétique de l'installation qu'un système basé sur le courant maximal.

– Le système *Ekip Power Controller* est-il affecté par les harmoniques ?

Dans les installations modernes, la présence toujours croissante d'appareils électroniques entraîne des harmoniques de courant et de tension qui affectent la puissance active absorbée. Cependant, puisque l'*Ekip Power Controller* utilise des mesures de puissance basées sur l'échantillonnage synchronisé des valeurs de courant et de tension, l'algorithme obtient la puissance instantanée et l'énergie consommée, que des harmoniques soient présents ou non.

– Comment les charges contrôlées sont-elles gérées ?

L'*Ekip Power Controller* fonctionne en connectant les charges à l'alimentation et en les déconnectant. Ces opérations de connexion et déconnexion sont exécutées par un disjoncteur automatique ou par un interrupteur-sectionneur, un contacteur ou un circuit de commande pour chaque charge. Il est possible également de connecter plusieurs charges en aval d'un dispositif de commutation, mais dans ce cas les charges sont connectées ou déconnectées toutes ensemble puisque l'*Ekip Power Controller* les considère comme une charge unique.

– **Comment l'Ekip Power Controller décide-t-il des charges à déconnecter ?**

Avant d'activer l'Ekip Power Controller, l'utilisateur définit la liste de priorité pour la déconnexion des charges. C'est-à-dire qu'il associe à chaque charge un numéro en commençant par 1 (la première charge à déconnecter en cas de besoin) et jusqu'à 15 (la dernière à déconnecter). L'Ekip Power Controller exécute toujours la déconnexion à partir de la première charge de la liste (c'est-à-dire en relation avec les durées à respecter et l'indisponibilité temporaire d'une ou plusieurs charges en raison de l'ouverture manuelle ou du déclenchement du dispositif de protection) et en suivant l'ordre numérique.

– **Que se passe-t-il en cas de pic de puissance momentané (par exemple au démarrage d'un moteur) ? Certaines charges sont-elles déconnectées ?**

L'Ekip Power Controller fonctionne sur la base de la puissance moyenne consommée pendant une période déterminée (réglable par l'opérateur, p. ex. 10 minutes). En cas d'augmentation temporaire de la puissance absorbée (p. ex. au démarrage d'un moteur pendant quelques secondes), l'Ekip Power Controller évalue en quoi elle affecte la valeur moyenne : l'effet étant généralement limité, l'Ekip Power Controller ne donne aucune commande de déconnexion de la charge.

– **Est-il possible que le dispositif contrôlé par l'Ekip Power Controller ou la charge qu'il gère soient détériorés par de trop fréquentes opérations de connexion/déconnexion ?**

Pour chaque charge, l'Ekip Power Controller définit des intervalles temporels minimum (réglables) entre une opération et la suivante. Ces intervalles sont prévus en premier lieu pour assurer que les transitoires électriques et mécaniques dus aux opérations de démarrage/arrêt s'éteignent, afin que la charge puisse fonctionner correctement. Les intervalles temporels doivent être choisis par l'utilisateur en tenant compte également du type et des caractéristiques de chaque charge (par exemple, il est probable qu'un réfrigérateur, une fois allumé, doive être laissé en fonctionnement pendant au moins dix minutes sans interruption).

L'Ekip Power Controller garantit que ces limites sont respectées, et donc que la charge n'est pas commutée trop souvent. En particulier, la survenue de « rebonds » d'ouverture-fermeture est évitée, lesquels peuvent quelquefois causer des dégâts dans les systèmes de connexion/déconnexion automatiques.

– **Est-il nécessaire de changer ou de définir des réglages particuliers pour les fonctions de protection contre les surintensités dans les disjoncteurs automatiques contrôlés par l'Ekip Power Controller ?**

Non, car les dispositifs de protection interviennent en cas de surcharge ou de court-circuit, tandis que l'Ekip Power Controller fonctionne dans les conditions de fonctionnement normales et n'interfère donc pas avec eux. En fait, l'Ekip Power Controller s'intègre parfaitement à la sélectivité ampermétrique, chronométrique et énergétique réalisée par les disjoncteurs installés. Le niveau de sélectivité spécifiée pour l'installation est maintenu et il n'est pas nécessaire de modifier les réglages de protection.

Contactez-nous

ABB France

Division Produits Basse Tension

465, av. des Pré Seigneurs - La Boisse

F-01124 Montluel cedex / France

Support commercial

0 825 386 355 Service 0,15 € / min + prix appel

Service et assistance technique

Contact Center

0 810 020 000 Service gratuit + prix appel

Note

Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications techniques ou de modifier le contenu de ce document sans préavis.

ABB décline toute responsabilité concernant toute erreur potentielle ou tout manque d'information éventuel dans ce document.

Nous nous réservons tous les droits relatifs à ce document, aux sujets et aux illustrations contenus dans ce document. Toute reproduction, divulgation à des tiers ou utilisation de son contenu, en tout ou en partie, sont interdites sans l'autorisation écrite préalable d'ABB.

Copyright© 2015 ABB - Tous droits réservés