

Hans was Heiri au Théâtre Vidy

La robotique au service du rêve

... Patrice Morel

Toutes les photos sont de Patrice Morel

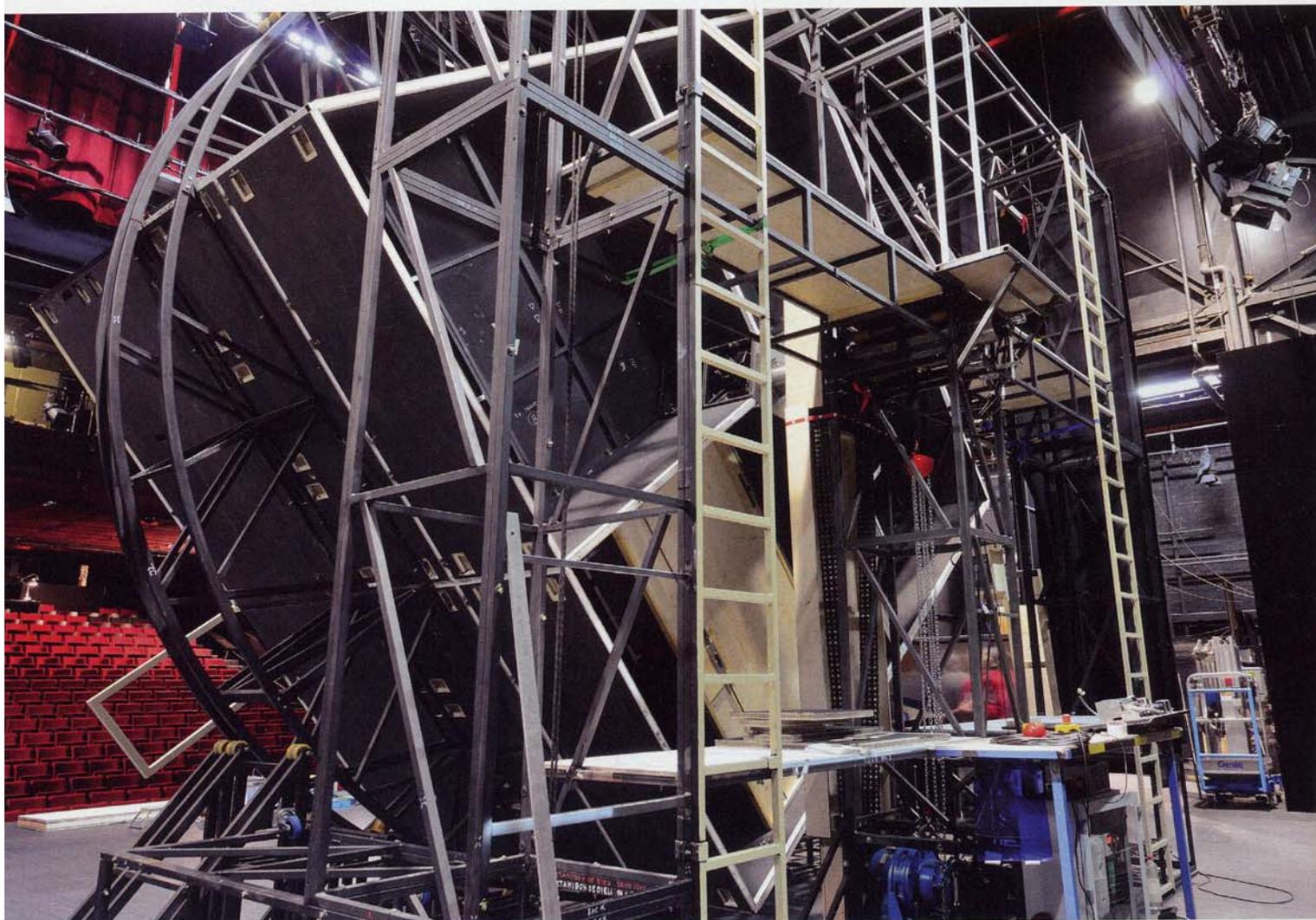
Cette expérience montre à quel point, la maîtrise industrielle sert le secteur culturel dans ce qu'il a de plus ambitieux et nous fait rêver. Thierry Kaltenrieder propose des solutions permettant de piloter des objets à partir de signaux simples, comme le MIDI et le DMX. Les compagnies ont le plus souvent à leur disposition des systèmes de commandes simplifiées comme un clavier ou un pupitre DMX.

Imaginons qu'un metteur en scène veuille mettre en œuvre deux objets en translation ou en rotation dans un décor, vous aurez besoin de deux petits moteurs classiques, d'un câble DMX, d'un pupitre lumière et d'une carte 1^{ère} Solution, c'est tout !

Vous pourrez lui proposer une variante, avec un musicien seul sur scène, sans opérateur en salle.

Le signal MIDI remplace le DMX. Il lui vient subitement l'idée d'équiper les seize tiroirs d'une commode, avec seize servomoteurs à translation. L'artiste devra jouer en appuyant sur les touches de son clavier de ces seize tiroirs comme d'une partition. Il vous faut un clavier, un câble MIDI, la 2^e Solution et rien d'autre.

Merci de vous reporter à l'AS n°165, "*Chapitre 1 : piloter des moteurs en DMX ou MIDI*", rédigé par Philippe Warrand.

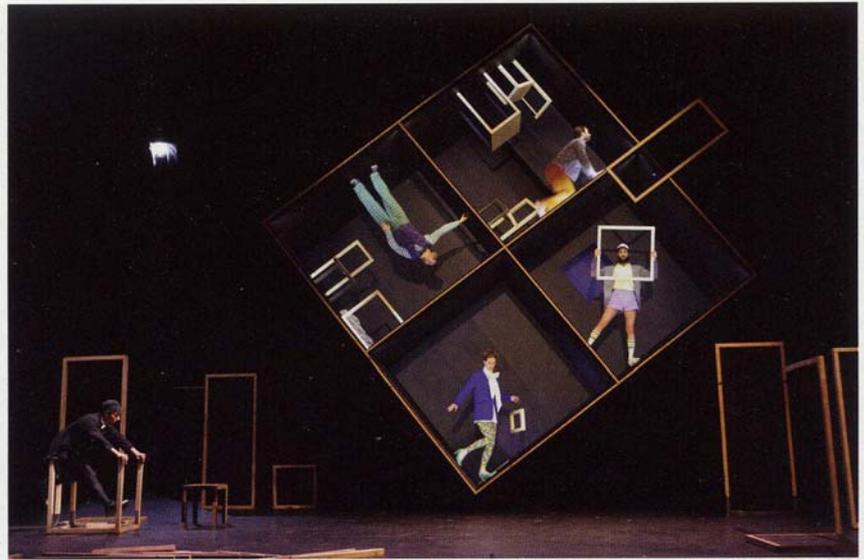


L'envers du décor : une machinerie bien huilée.



Assemblage terminé en atelier

Ces nouveaux outils robotiques sont fiables. Ils élargissent l'offre en matière de commandes de machines animées. C'est ce que l'industrie propose de plus fiable et ces nouveaux outils seront être d'autant plus acceptés. Le pupitre de commande DMX peut être facilement utilisé par un opérateur machiniste. Il ne s'agit surtout pas de fusionner deux systèmes de commande en un. Ces interfaces doivent permettre à ceux qui ne peuvent pas investir dans de coûteux systèmes de machinerie informatisés dédiés, de pouvoir réaliser des

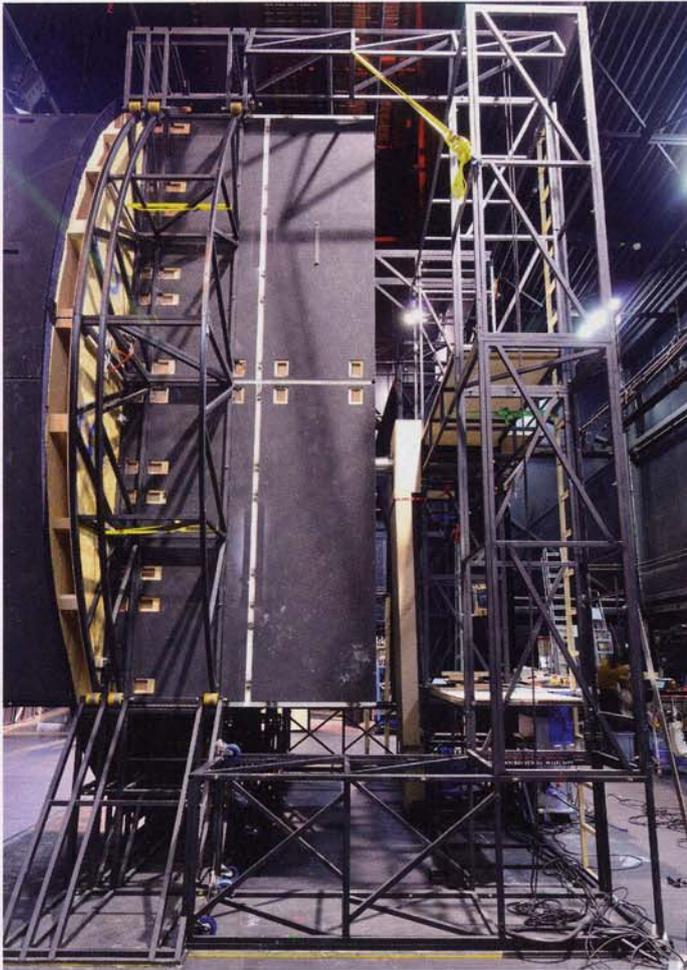


Hans was Heiri, conception, mise en scène & décor de M. Zimmermann et D. de Perrot - Photo © Mario Del Curto/Strates

automations en décor avec le même niveau de sécurité et une bien meilleure vélocité, dans le cas du MIDI.

***Hans was Heiri*, le spectacle**

Martin Zimmermann et Dimitri de Perrot (conception, mise en scène et décor) se focalisent sur l'homme, sa fragilité, ses contradictions. Ils nous proposent ici un autre regard sur la société. Ils retournent la situation et nous amènent à nous interroger sur notre propre



Vue latérale, de l'objet sans son décor

rapport à l'autre, aux espaces, aux objets. Un effet de rideau nous fait passer d'un espace scénique dépouillé à un espace ouvert et on découvre là, cette immense roue. Attirés par l'objet, les protagonistes se laissent prendre tour à tour entre ces quatre murs. Les premières oscillations vont les surprendre et la phase d'apprentissage sera de courte durée. Ils tentent de maîtriser le mouvement et de compenser les phénomènes, mais avant même d'y parvenir, ils se font doubler par l'objet. On assiste alors à une sorte de révolte sur fond de crise et d'hystérie collective. Ils sont dedans, dessous, dessus, partout, la roue tourne de plus en plus vite. Tout se passe sur fond de musique électronique, mixée en *live* sur le côté de la scène. La jambe du DJ bat constamment le rythme sous le praticable. Il semble se jouer des comédiens pris par la roue. Sa musique forme une sorte de grande courroie virtuelle, qui les entraîne au rythme de ses boucles. L'ensemble forme une sorte de marionnette animée au mécanisme décadent. Bravo !

L'objet en lui-même

Une roue d'un diamètre de 6,90 m pour 3 T à vide. La contrainte dépasse les 6 T quand les comédiens se déplacent sur la périphérie de la roue. Au démarrage, à vitesse 0 et couple maximum, le contrôleur Unidrive demande une intensité de 45 A/ph en 400 V. La protection de l'ensemble sera calibrée à 63 A/ph. Lors du freinage, l'énergie réactive ne peut être rendue au réseau, raison pour laquelle deux résistances de dissipation sont installées sur le dessus de l'armoire de commande.

De la 1^{ère} Solution à la 2^e Solution

Les dimensions de l'objet imposaient une motorisation de forte puissance. Quand on parle de couple ou de puissance, il faut parler de la capacité d'un système à maintenir la charge en position fixe sans



L'opérateur, en bas de l'image, donne les proportions

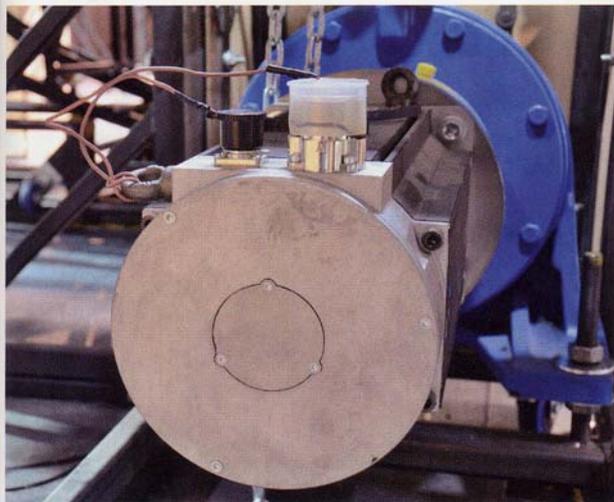
frein. Un frein de sécurité (parking) reste nécessaire, mais seulement en cas d'urgence ou d'arrêt prolongé. Le clac très perceptible à chaque arrêt, des électro-freins utilisés sur les équipes électriques ne peuvent convenir. Ils provoquent en plus un mode d'arrêt dangereusement brusqué qui n'est pas supportable pour le transport de comédiens. La motorisation par servomoteur est en capacité de maintenir la charge. Pour s'en rendre compte, il suffit de maintenir son arbre en position d'arrêt et de tenter de le faire tourner. Plus on force, plus le servomoteur agit contre cette force. Il va répondre par une consommation d'énergie accrue, afin de maintenir coûte que coûte cette position. Le glissement interviendra si le couple opposé est supérieur à la capacité du servomoteur. C'est le talon d'Achille des moteurs pas à pas. Ils sont précis, simples. On limite leur usage à faible puissance. Leur glissement intervient trop tôt.

La carte 1^{ère} Solution :

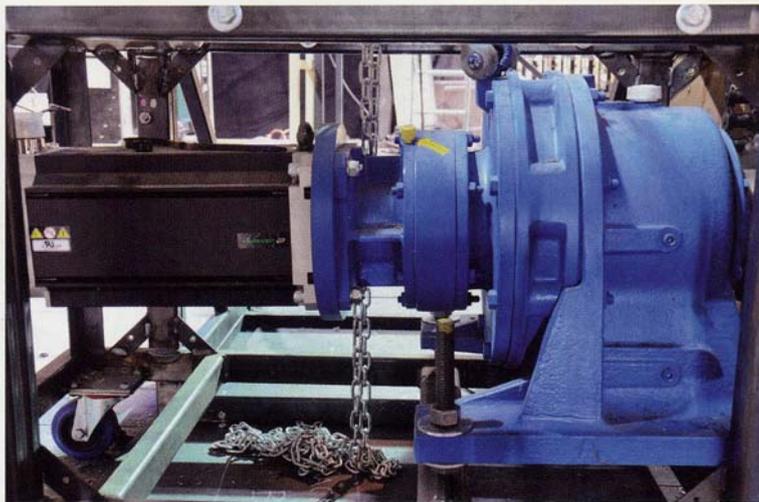
- Moteurs de 1 à 480 W - 48 V et 10 A max
- Entrées : MIDI & DMX
- Sorties : Ethernet RJ45
- Mouvement assurant une bonne résolution
- Extension possible avec cartes supplémentaires si plusieurs drive sont utilisés
- Arrêt total d'urgence
- Pas de dispositif dit "homme mort"
- Nombre de paramètres disponibles en console de commande : 3
- Paramètres console : Gauche/Droite - Vitesse - Vitesse fin

La carte 2^e Solution :

- Moteurs de 400 W à limite du drive installé (+ de 150 kW) - 400 V TRI
- Entrées : MIDI & DMX
- Sortie : Série RS485 communication bidirectionnelle



Servomoteur et son encodeur incrémental



Vue transversale du couple servo-réducteur

est capable d'y répondre. Une chute de tension ? L'Unidrive peut corriger le phénomène, jusqu'à un certain taux. En cas de coupure accidentelle, si brève soit-elle ? L'objet est maintenant perdu. Impossible de repartir, sans effectuer la procédure de homing. Un spectacle ne peut s'accommoder d'une initialisation, si courte soit elle, face au public.

Et c'est là que la 2^e Solution pour ce spectacle fait toute la différence. Un capteur absolu est relié à l'Unidrive placé physiquement dans l'axe, au centre de l'objet. Il informe en permanence le système de la position réelle de l'objet. En cas de coupure de courant, il n'est plus nécessaire de lancer la procédure de homing. On repart exactement, là où on s'est arrêté. La disposition existe déjà dans le soft de l'Unidrive. (Homing => Position 0 : sans / Position 1 : avec).

Continuité de service et sécurité

Les premières précautions indispensables : le pupitre de commande devra être indépendant et dédié ; peu importe qu'il s'agisse d'un pupitre lumière DMX ou d'un autre équipement DMX. Le système est piloté par un machiniste placé en régie salle ou à vue de l'objet. La liaison par câble DMX est du type point par point, sans passer par une baie de fichage, une interface, un Switch, ... Le système doit être indépendant de tout autre service, son alimentation est protégée séparément.

L'interface, le drive, le servomoteur, les accessoires et les câbles de liaison devront respecter la norme européenne de compatibilité électromagnétique C.E.M. Le drive fait partie de la famille des variateurs de vitesse, des onduleurs, des alimentations à découpage, ...

Sans précaution particulière, ces appareils génèrent de fortes perturbations électromagnétiques. Les précautions à prendre sont simples :

- Câble liaison entre drive et le servomoteur 400 V TRI => blindé ;
- Câble entre les capteurs et le drive 5 V => blindé ;
- Accepter l'option proposée par le constructeur avec filtre actif anti-harmonique réseau ;
- Tous les connecteurs C.E.M. ;
- Réalisation du câblage et des connexions C.E.M. ;
- Boîtier des armoires de commandes, carte, ... C.E.M.

Un défaut de composant est rare. Le drive est un composant industriel, utilisé dans le monde entier avec des équipements comme les ascenseurs, les téléphériques, ... Le S.A.V. Ermerson assure la maintenance 24 h/24 h et ce, dans le monde entier. Le dépannage intervient en moins de deux heures.

Dispositions de sécurité et procédure d'arrêt

1. A.T.U. Drive : ils sont placés ici à plusieurs endroits (1 régie, 1 musicien, 1 machiniste côté cour et 1 modèle à clef sur l'armoire de commande à l'arrière-scène, une option est prévue dans la roue). L'action sur un des boutons d'arrêt d'urgence provoque un arrêt dit "maîtrisé" au niveau du drive. Le drive va tenir compte des paramètres de freinage qui sont définis par avance. L'arrêt instantané serait dramatique pour l'objet et pour les comédiens. L'énergie au freinage est telle qu'un arrêt immédiat disloquerait l'objet. Les comédiens seraient projetés en avant sur les cloisons ou éjectés. On est donc sur un freinage court de 1,5 sec, et cela freine déjà très fort !



Vision axe/pignon/chaîne ; pièce en porte-à-faux à très forte contrainte



Capteur absolu placé dans l'axe au centre de l'objet



Système de guidage extérieur au sol

- Mouvement assurant une très haute résolution
- Arrêt total d'urgence
- Commande départ verrouillé par le paramètre RUN
- Dispositif "homme mort"
- Nombre de paramètres disponibles en console de commande : 8
- Paramètres console : Vitesse - Vitesse fin - Position - Position fine
- Rotation ou Position - Gauche ou Droite - Relatif - RUN
- (tous utilisés en rotation, certains seulement en translation)

Pourquoi la 1^{ère} Solution ne pouvait pas convenir :

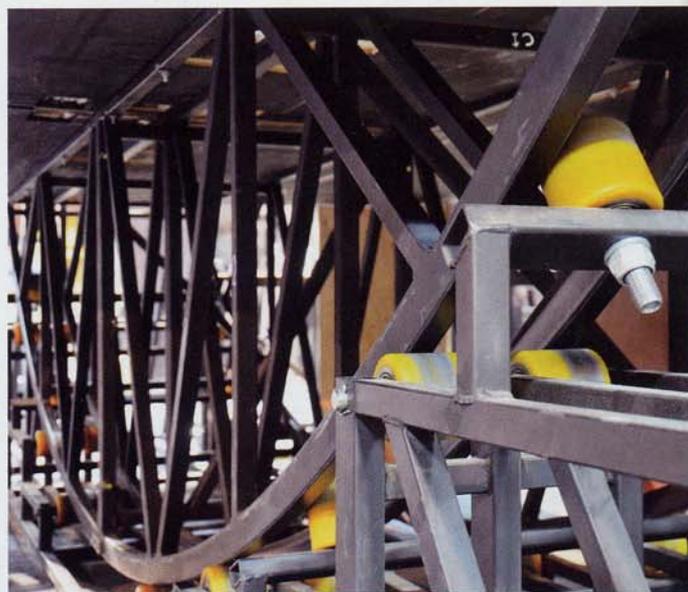
- Plus adaptée aux moteurs et servomoteurs de forte puissance ;
- Trop peu de paramètres disponibles en console de commande (3 au lieu de 8) ;
- 255 pas de position ce qui est tout à fait suffisant sur des petits objets ou de petites courses.

La roue de ce spectacle atteint plus de 6,90 m de diamètre (21 m de circonférence). Le pas entre deux positions atteint 5 à 8 cm, ce qui n'est plus satisfaisant en terme de résolution oculaire (spectateurs). Avantage à la 2^e Solution.

Référence moteur ≠ Référence objet

La transmission : le principe chaîne sur pignon ne présente pas de glissement. Les jeux de fonctionnement, quant à eux, s'ajoutent entre les différents éléments (de l'arbre du moteur jusqu'à l'objet en passant par le réducteur, la chaîne, l'axe, le châssis, ...). La somme de ces jeux s'ajoute à chaque tour.

La motorisation : on relève couramment des phénomènes de léger glissement avec les moteurs asynchrones classiques. Le cas



Détail du guidage, galets latéraux et horizontaux

est inexistant avec les servomoteurs. Ils sont plus compacts, plus résistants à usage intensif, plus endurants dans de mauvaises conditions. Un servomoteur et son drive, utilisés en boucle fermée, connaissent toujours la position réelle de l'axe moteur. Il faut être plus précis pour travailler sur un objet de grande taille. Après plusieurs tours de roues, la position de l'objet, n'est plus connue du fait des jeux de fonctionnement. Les jeux sont dus aux fréquents montages et démontages en tournée et aux phases d'utilisations avec des départs/arrêts fréquents et rapides.

La 2^e Solution ouvre de nouvelles possibilités dans ce domaine. L'interface exploite un grand nombre de paramètres de dimensionnements, disponibles dans les drives Emerson/Leroy Somer - Unidrive Digimax ST.

Le soft et l'interface sont conçus à la base pour que l'objet puisse se dimensionner lui-même. Cette opération est indispensable pour prendre en compte les jeux et les modifications (remplacement de la chaîne, changement de pignon, modification de l'objet, ...) Cette phase initiale s'effectue après le montage, lors de la première mise en rotation. Il est possible d'entrer manuellement les dimensions via le soft, mais l'opération deviendrait fastidieuse en tournée. C'est là qu'intervient la procédure de homing qui redimensionne automatiquement l'objet (initialisation avant tout travail qui validera le mode RUN).

Avec ou sans homing

Question qui reste en suspens ? Que ce passe-t-il lors de la perte de l'alimentation électrique ? En cas de microcoupure, le système



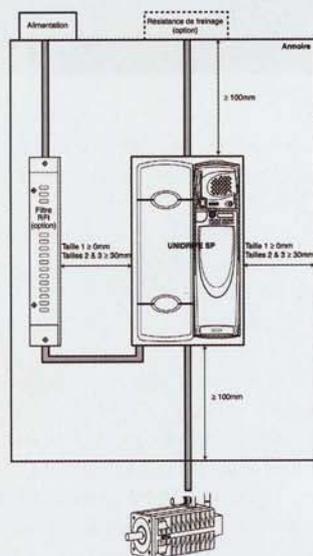
Poste de commande avec arrêt d'urgence ; bouton "homme mort" dans la main de l'opérateur



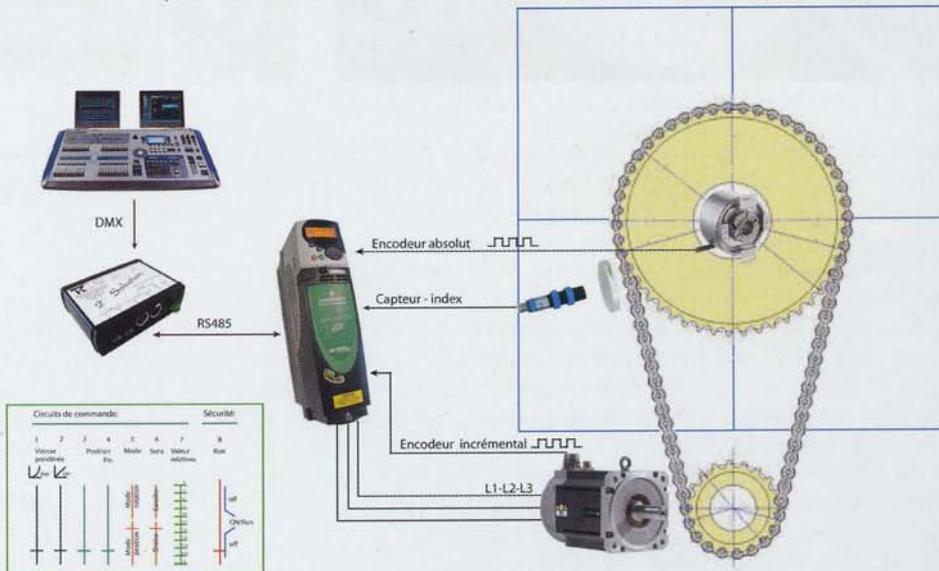
Armoire de commande équipée de l'Unidrive Emerson Leroy Somer et la carte 2^e Solution



Détail de l'armoire de commande : ATU à clef + compartiment des résistances de freinage



Préconisations du constructeur pour la mise en œuvre de l'Unidrive SP



2. Dispositif "homme mort" : ces boîtiers avec bouton poussoir doivent être maintenus enfoncés en permanence par un ou plusieurs opérateurs. Ces derniers sont montés en série et doivent alimenter en permanence l'entrée 24 V DC de la carte 2^e Solution. S'il l'un d'entre eux relâche, l'objet ne peut démarrer ou le drive lance la procédure du freinage dit "maîtrisé". Si 24 V DC = 0 => sortie vers le drive RS485 = 0. Le drive indique le défaut et peut alimenter une chaîne de report de défauts avec ou sans alarme sonore.
3. Validation par potentiomètre RUN en console de commande. Pour que la carte valide le mode RUN en régie, il faut que le potentiomètre RUN soit à une valeur comprise entre 40 et 60 % avec le master et/ou le sous-master à 100 %. Ce qui permet d'éviter toute erreur au grand master. Prévoir de sortir du mode "enregistrement de scène" la voie de console affectée au RUN.
4. Perte de signal. Un paramètre permet de définir l'absence de signal DMX. Dans ce cas, il est réglé par défaut à 500 ms. Si perte de signal soit MDX = 0 => Arrêt maîtrisé. Idem pour la perte du signal RS485 ou du signal des capteurs.

Vers la 3^e Solution

C'est plus, à proprement parlé, une évolution à venir de la 2^e Solution. La profession souhaite trouver un procédé, pour re motoriser les anciennes tournettes de décor, sans devoir reconstruire totalement l'objet. La 1^{ère} et la 2^e Solution proposent la reprise des moteurs existants, sans imposer l'usage de servomoteurs, le tout en gardant un bon niveau de précision. Mais ces anciennes tournettes sont équipées d'une roulette d'entraînement, qui porte sur le pourtour du plateau. La tournette est à plat et il n'est pas possible d'utiliser des pignons et des chaînes. Cet entraînement serait de toute manière trop bruyant pour un spectacle. Jusqu'à maintenant, nos machinistes

travaillaient à l'œil. Ils devaient contrôler manuellement la vitesse, prévoir le ralentissement et venir faire mourir au freinage le plateau à la bonne position, enfin bloquer l'ensemble. Le galet frotteur, un peu comme un Solex, engendre de fort glissement. Pour contrer le phénomène de glissement, il suffirait de placer un capteur absolu dans l'axe au centre du plateau. L'opération est rendue difficile, par le peu de place en hauteur disponible à cet endroit. L'objet est ici volontairement surbaissé. Le capteur incrémental sur le servomoteur reste la seule alternative. La procédure de homing est de nouveau imposée, sauf si on utilise une des fonctions spécifiques au drive. Elle consiste à faire travailler le capteur, le drive et le servomoteur en boucle fermée. Cette fois-ci le drive tiendra compte du positionnement (Resolver angulaire ou SLM haute résolution interne*) du moteur et du capteur incrémental en périphérie. Un capteur de positionnement initial reste toujours nécessaire pour réaliser l'indispensable homing.

* http://www.leroy-somer.com/fr/solutions_et_services/systemes_entrainement/produits/variation_de_vitesse/variateurs_ac/unidrive_sp.php

En conclusion

Ces systèmes ont été parfaitement dimensionnés pour le spectacle dès la phase de création. Le metteur en scène a pu ainsi s'emparer totalement de l'objet. Il a repoussé les limites du spectacle. La finesse du mouvement et de la précision de positionnement n'a pas imposé de limite aux exécutions acrobatiques. L'ensemble est resté dans des marges de sécurité très satisfaisantes. Thierry Kaltenrieder, a dû intégralement repenser sa carte de commande et son logiciel pour cette création. La Carte 1^{ère} Solution ne permettait pas d'atteindre l'objectif. "Jean comme Henri" repoussent les limites vers la 2^e Solution. Après ce spectacle et parfaitement optimisée, l'interface 2^e Solution est déjà proposée à la vente. www.technique-lumiere.ch