

CI-1 : Analyser et décrire les systèmes industriels

CI-1-2 : Analyser et décrire les chaînes fonctionnelles

LYCÉE CARNOT - DIJON, 2023 - 2024

Germain Gondor

Sommaire

- 1 Structure des chaînes fonctionnelles
- 2 Composants de la chaîne d'information
- 3 Composants de la chaîne d'énergie

Modes de fonctionnement actif et amortissement des servocommandes

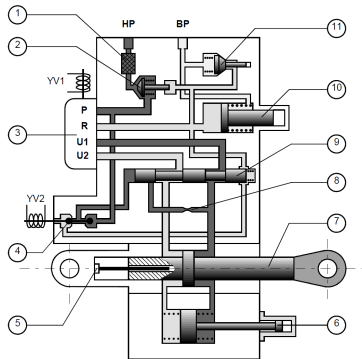


Figure 9 : Servocommande en mode actif

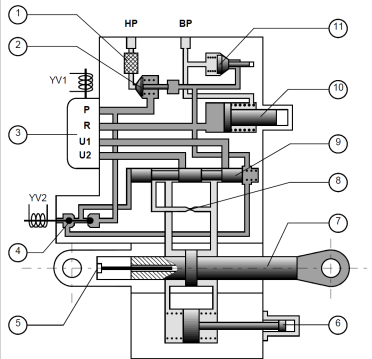


Figure 10 : Servocommande en mode amortissement

CCP 2009 : Commande des gouvernes de l'A380

Objectifs

REPRESENTER-ANALYSER-MODELISER

A l'issue de la séquence , l'élève doit être capable :

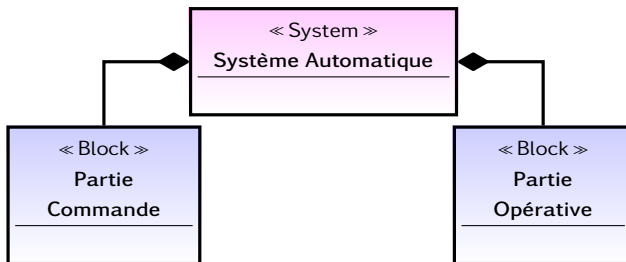
- **A2** Définir les frontières de l'analyse
 - Identifier la nature des flux échangés traversant la frontière d'étude.
- **A3** Analyser l'organisation fonctionnelle et structurelle
 - Associer les fonctions aux constituants.
 - Identifier et décrire les chaînes fonctionnelles du système.
 - Identifier et décrire les liens entre les chaînes fonctionnelles.
 - Caractériser un constituant de la chaîne de puissance.
 - Caractériser un constituant de la chaîne d'information.
- **D1** Mettre en œuvre un système
 - Repérer les constituants réalisant les principales fonctions des chaînes fonctionnelles.
- **E1** Rechercher et traiter des informations
 - Effectuer une synthèse des informations disponibles dans un dossier technique.

Sommaire

- 1 Structure des chaînes fonctionnelles
 - Partie opérative et partie commande
 - Les différentes parties d'une chaîne fonctionnelle
 - Représentation d'une chaîne fonctionnelle
- 2 Composants de la chaîne d'information
- 3 Composants de la chaîne d'énergie

Partie opérative et partie commande

Une chaîne fonctionnelle constitue l'unité élémentaire de conception et d'étude du fonctionnement d'un système automatisé.



Un système automatisé est constitué d'une :

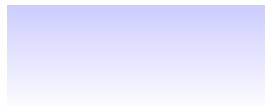
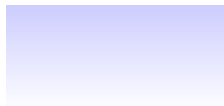
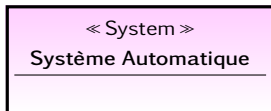
- **partie opérative (PO)**: elle est la partie du système automatisé qui agit directement sur la matière d'œuvre. Elle regroupe l'ensemble des moyens techniques permettant d'apporter la valeur ajoutée en effectuant le processus de transformation. Les énergies manipulées sont souvent élevées (380V en électricité, 250 bars en hydraulique,...). La partie opérative utilise souvent plusieurs types de technologies.

Un système automatisé est constitué d'une :

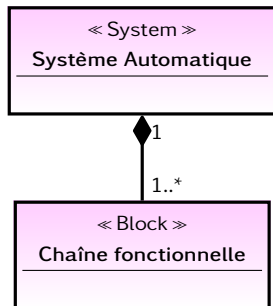
- **partie opérative (PO):**elle est la partie du système automatisé qui agit directement sur la matière d'œuvre. Elle regroupe l'ensemble des moyens techniques permettant d'apporter la valeur ajoutée en effectuant le processus de transformation. Les énergies manipulées sont souvent élevées (380V en électricité, 250 bars en hydraulique,...). La partie opérative utilise souvent plusieurs types de technologies.
- **partie commande (PC):**elle assure la coordination des tâches nécessaires pour effectuer le processus souhaité (modèle construit), le pilotage (ordres envoyés) de la PO et l'échange d'informations vers l'utilisateur ou d'autres systèmes automatisés. Les énergies manipulées sont faibles (5V en électrique, 15 bars en hydraulique,...)

Il est possible de poursuivre cette décomposition à des niveaux inférieurs afin de préciser l'architecture des parties commande et opérative. Ceci met en place des sous-systèmes tels que les interfaces E/S, le pupitre de commande, les interfaces PC/PO, les transformateurs d'énergie, effecteurs etc.

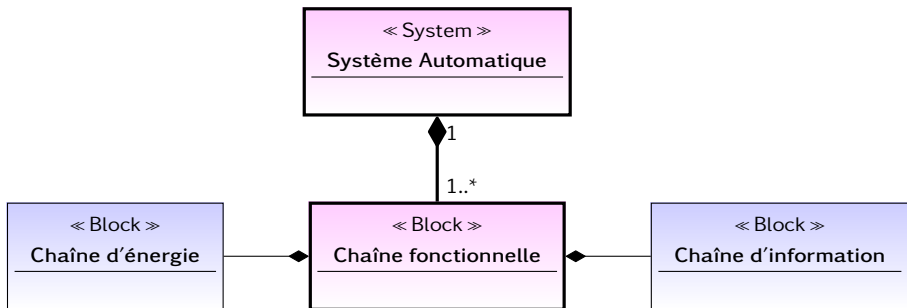
Les différentes parties d'une chaîne fonctionnelle



Les différentes parties d'une chaîne fonctionnelle



Les différentes parties d'une chaîne fonctionnelle



Une **chaîne fonctionnelle** est constituée au moins d'un ensemble **chaîne d'information + une chaîne d'énergie** :

Une **chaîne fonctionnelle** est constituée au moins d'un ensemble **chaîne d'information + une chaîne d'énergie** :

- **La chaîne d'énergie** : elle est constituée de l'ensemble des composants qui permettent la transformation de l'énergie nécessaire à l'apport de la valeur ajoutée sur la matière d'œuvre.

Une **chaîne fonctionnelle** est constituée au moins d'un ensemble **chaîne d'information + une chaîne d'énergie** :

- **La chaîne d'énergie** : elle est constituée de l'ensemble des composants qui permettent la transformation de l'énergie nécessaire à l'apport de la valeur ajoutée sur la matière d'œuvre.
- **La chaîne d'information** : elle est constituée de l'ensemble des composants qui permettent la gestion des informations relatives au bon déroulement de la transformation de l'énergie, et à l'environnement extérieur à la chaîne fonctionnelle considérée (autres chaînes fonctionnelles, opérateurs).

Une **chaîne fonctionnelle** est constituée au moins d'un ensemble **chaîne d'information + une chaîne d'énergie** :

- **La chaîne d'énergie** : elle est constituée de l'ensemble des composants qui permettent la transformation de l'énergie nécessaire à l'apport de la valeur ajoutée sur la matière d'œuvre.
- **La chaîne d'information** : elle est constituée de l'ensemble des composants qui permettent la gestion des informations relatives au bon déroulement de la transformation de l'énergie, et à l'environnement extérieur à la chaîne fonctionnelle considérée (autres chaînes fonctionnelles, opérateurs).

A l'intérieur de ces parties, on retrouve généralement différents constituants

Chaîne d'information

NOM	FONCTION	DESCRIPTION	EXEMPLES
IHM ^a d'entrée Capteurs	Acquérir	Permet l'acquisition de grandeurs physiques	Clavier, Pupitre, boutons poussoirs
Convertisseur	Coder	Convertit l'information pour la rendre exploitable par la commande du système	CAN/CNA ^b
Unité de traitement	Traiter Mémoriser	Exploite les données pour générer des ordres et des informations	Processeur, microcontrôleur
IHM de sortie	Restituer	Restitue des informations à destination de l'utilisateur	Voyants, écran
Interface de communication	Communiquer	Communique les informations vers d'autres systèmes si nécessaire ainsi que les ordres envoyés à la chaîne d'énergie	Ports USB, carte de sortie, bus

a. Interface Homme Machine

b. Convertisseurs Analogiques/Numériques - Convertisseurs Numériques/Analogiques

Chaîne d'énergie

NOM	FONCTION	DESCRIPTION	EXEMPLES
Unité de stockage	Stocker	Stocke l'énergie d'entrée du système	Batteries, condensateurs, volant d'inertie
Alimentation	Alimenter	Adapte sans en changer la nature l'énergie d'entrée	Transformateurs, redresseur de courant, détendeur
Pré-actionneur	Moduler	Module globalement l'énergie en fonction des ordres reçus de l'interface de communication	Distributeurs, ha- cheurs
Actionneur	Convertir	Convertit l'énergie disponible en énergie utilisable par l'effecteur	moteurs, vérins
Transmetteur	Transmettre	Adapte sans en changer la nature l'énergie en sortie de l'actionneur à destination de l'effecteur	engrenages, systèmes arti- culés
Effecteur	Agir	Agit directement sur la matière d'œuvre.	pince, foret

Chaîne d'énergie

NOM	FONCTION	DESCRIPTION	EXEMPLES
Unité de stockage	Stocker	Stocke l'énergie d'entrée du système	Batteries, condensateurs, volant d'inertie
Alimentation	Alimenter	Adapte sans en changer la nature l'énergie d'entrée	Transformateurs, redresseur de courant, détendeur
Pré-actionneur	Moduler	Module globalement l'énergie en fonction des ordres reçus de l'interface de communication	Distributeurs, ha- cheurs
Actionneur	Convertir	Convertit l'énergie disponible en énergie utilisable par l'effecteur	moteurs, vérins
Transmetteur	Transmettre	Adapte sans en changer la nature l'énergie en sortie de l'actionneur à destination de l'effecteur	engrenages, systèmes arti- culés
Effecteur	Agir	Agit directement sur la matière d'œuvre.	pince, foret

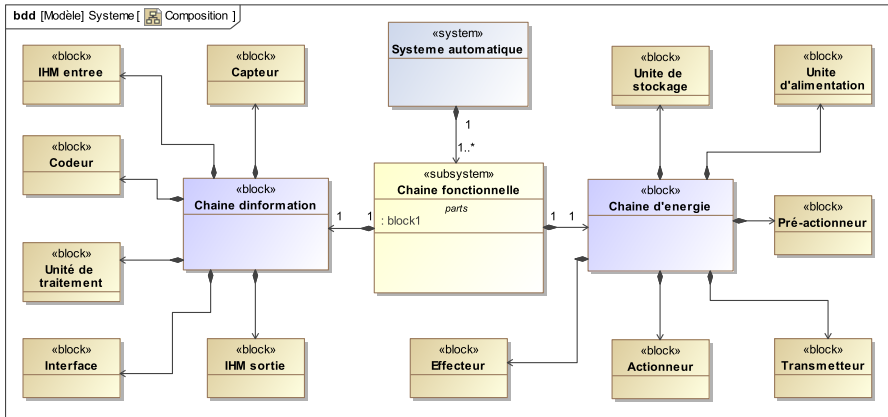
REMARQUE : Ces constituants se retrouvent sur la majorité des systèmes automatisés même si les éléments permettant de stocker ou d'alimenter en énergie le système ne sont pas systématiquement présents. Tout dépend de l'exemple traité.

Représentation d'une chaîne fonctionnelle

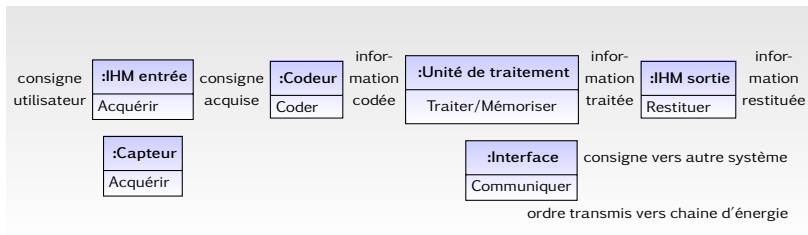
Afin de représenter une chaîne fonctionnelle d'un système, on peut utiliser soit une représentation à l'aide d'un diagramme de définition de blocs (**bdd**) ou d'un diagramme de blocs internes (**ibd**), comme sur les figures suivantes.

Représentation d'une chaîne fonctionnelle

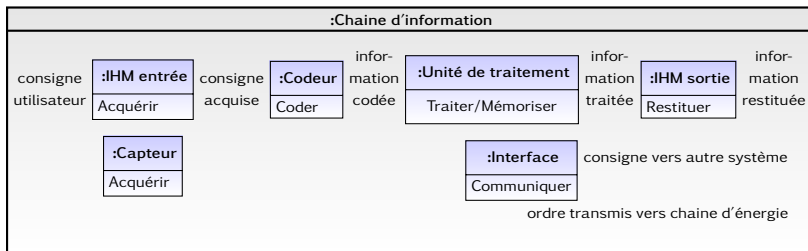
Par un bdd



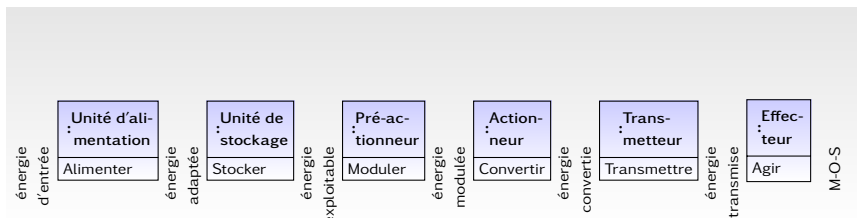
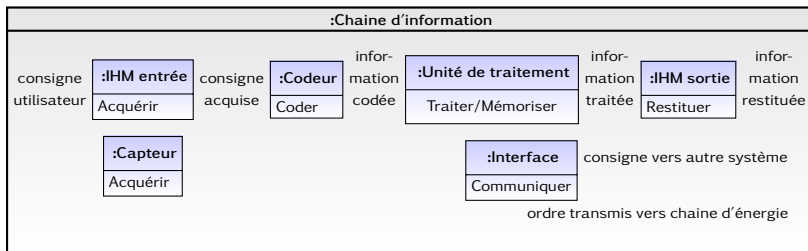
Représentation d'une chaîne fonctionnelle



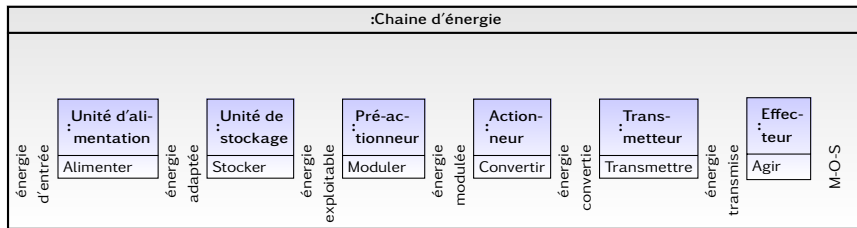
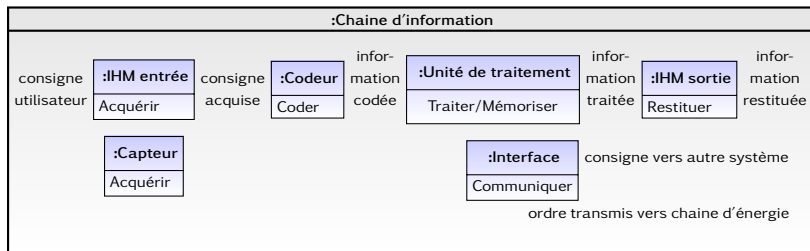
Représentation d'une chaîne fonctionnelle



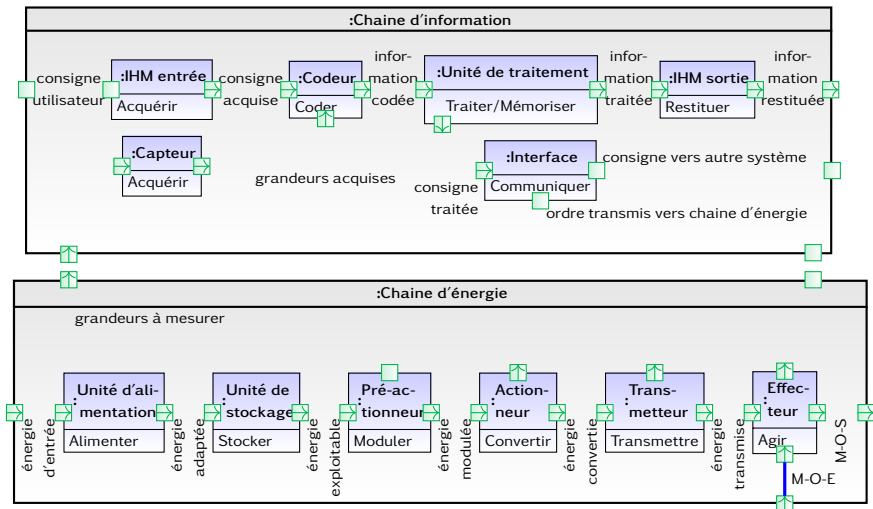
Représentation d'une chaîne fonctionnelle



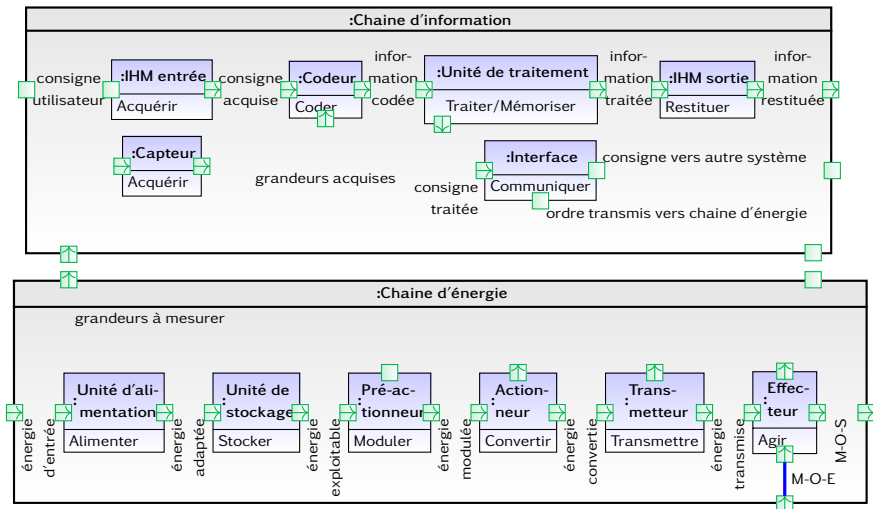
Représentation d'une chaîne fonctionnelle



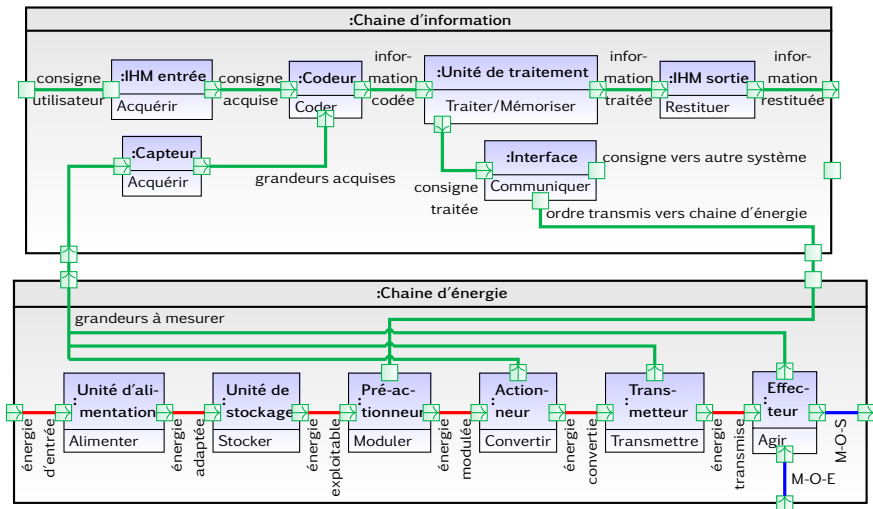
Représentation d'une chaîne fonctionnelle



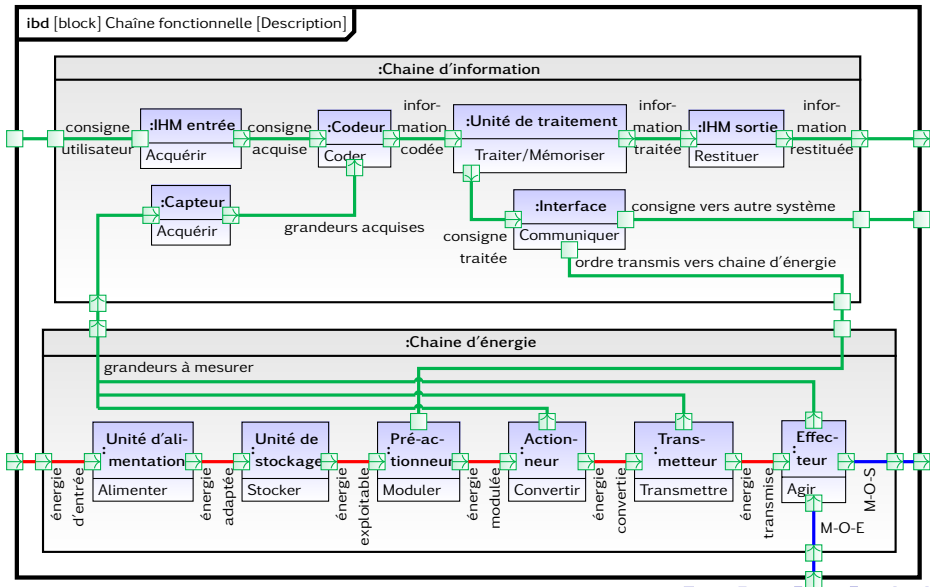
Représentation d'une chaîne fonctionnelle



Représentation d'une chaîne fonctionnelle

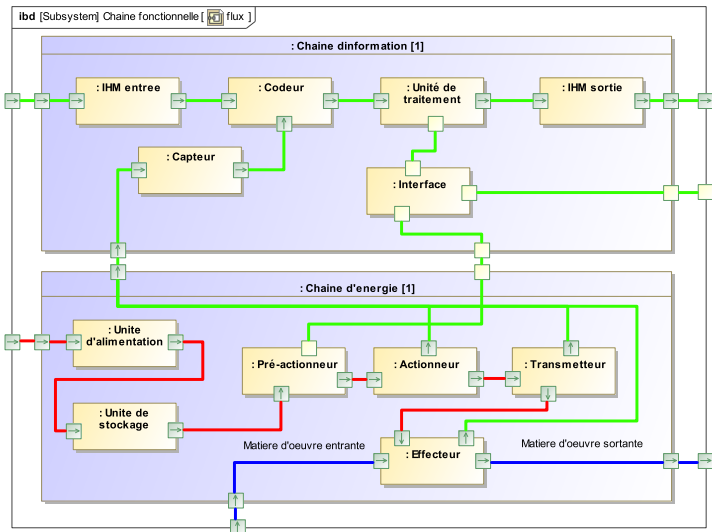


Représentation d'une chaîne fonctionnelle



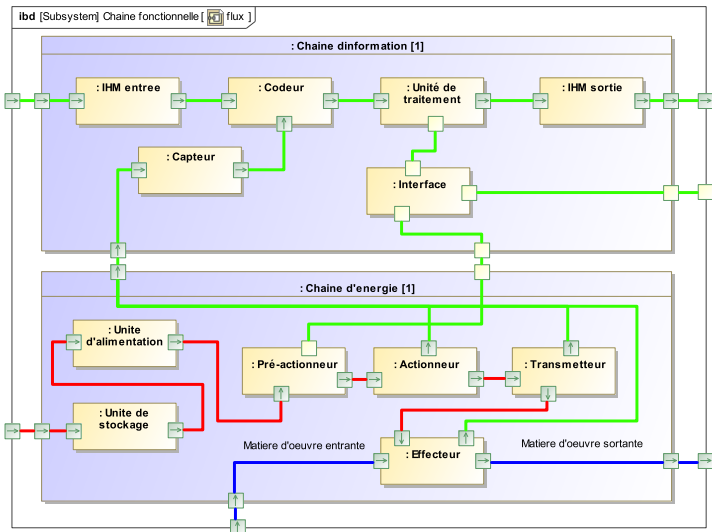
Représentation d'une chaîne fonctionnelle

Par un ibd - entrée d'énergie sur unité d'alimentation (ex : gyropode)



Représentation d'une chaîne fonctionnelle

Par un ibd - entrée d'énergie sur unité de stockage (ex : véhicule thermique)



Sommaire

- 1 Structure des chaînes fonctionnelles
- 2 Composants de la chaîne d'information**
 - Acquérir/Capteur
 - Coder
 - Traiter
 - Mémoriser
 - Restituer/Communiquer
- 3 Composants de la chaîne d'énergie

Acquérir/Capteur

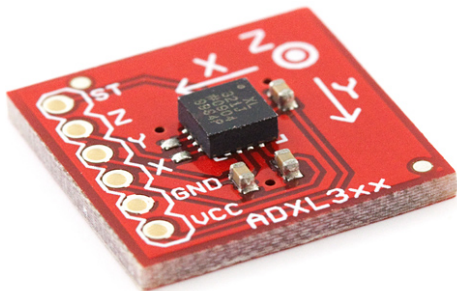
Potentiomètre rotatif



La tension de sortie est proportionnelle à la rotation du potentiomètre.

Acquérir/Capteur

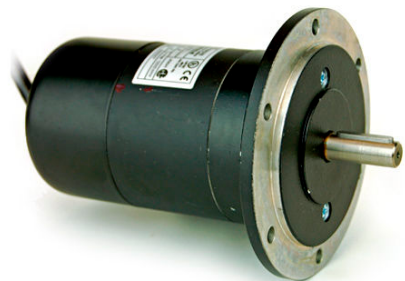
Accéléromètre



Revoie une tension proportionnelle à l'accélération mesurée, suivant les 3 directions de l'espace.

Acquérir/Capteur

Génératrice tachymétrique



Permet de mesurer la vitesse de rotation d'un composant comme l'axe d'un moteur par exemple. La tension délivrée est proportionnelle à la vitesse mesurée.

Acquérir/Capteur

Codeur incrémental



Ce capteur permet de mesurer la position angulaire d'un composant. Il nécessite un traitement de l'information pour que la position soit obtenue. Il est également possible d'obtenir la vitesse de rotation à partir de la position, par dérivation numérique, ou en utilisant par exemple un convertisseur fréquence/tension.

Acquérir/Capteur

Capteur de proximité capacitif



Permet de détecter la présence d'un objet proche au capteur, de tout type (métallique ou non), sans contact.

Acquérir/Capteur

Capteur de proximité inductif



Permet de détecter la présence d'un objet proche au capteur, sans contact. Le matériau de l'objet à détecter doit être conducteur.

Acquérir/Capteur

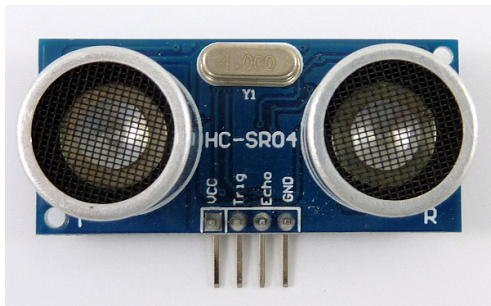
Capteur mécanique



Permet de détecter un objet par contact. Il fonctionne comme un bouton poussoir.

Acquérir/Capteur

Capteur à ultrason



Permet de mesurer la distance d'un objet au capteur.

Ce dernier envoie des ultrasons, qui sont ensuite réfléchis par l'objet, et finalement capter par le récepteur. En mesurant le temps depuis l'émission jusqu'à la réception, et en connaissant la vitesse de propagation des ultrasons dans le milieu, alors il est possible de calculer la

Acquérir/Capteur

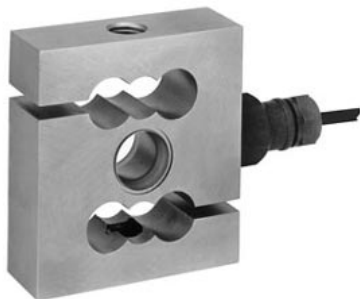
Luxmètre



Permet de mesurer l'intensité lumineuse.

Acquérir/Capteur

Capteur d'effort



Mesure un effort à partir de la déformation du corps du capteur.

Acquérir/Capteur

Capteur de pression



Permet de mesurer la pression d'un fluide.

Acquérir/Capteur

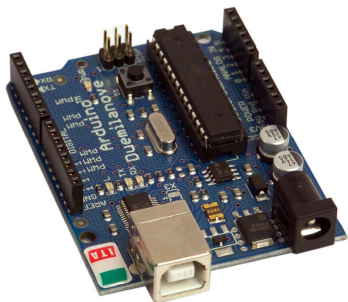
Clavier, souris



Composants de l'interface homme/machine d'entrée

Coder

Convertisseur analogique/numérique (CAN)



Permet de convertir une grandeur analogique en une grandeur numérique codée sur plusieurs bits.

Coder

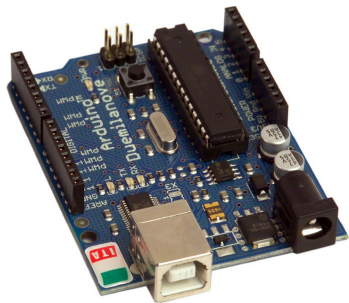
Convertisseur numérique/analogique (CNA)



Permet de convertir une grandeur numérique, codée sur plusieurs bits en une grandeur analogique (le plus souvent, une tension).

Traiter

Filtres analogiques



Réalisé à l'aide d'un ensemble de composants physiques (résistances, inductances, condensateurs, etc/), il permet de modifier une grandeur analogique en vue d'un traitement ultérieur.

Traiter

Filtres numériques



Réalisé à l'aide de composants dédiés ou d'un algorithme, il permet de modifier une grandeur numérique en vue d'un traitement ultérieur.

Traiter

Ordinateur



Permet le traitement automatique de l'information.

Traiter

Microcontrôleur



Permet de traiter l'information pour un système particulier (contrôle de robots, localisation GPS, etc).

Mémoriser

Mémoire vive (RAM)



Permet l'accès rapide aux données pendant leur traitement. Le contenu est perdu à l'extinction de l'ordinateur.

Mémoriser

Mémoire morte (ROM)



Permet de lire des données et les conserve en mémoire, même après extinction de l'ordinateur.

Mémoriser

Clé USB/Carte SD/CD/DVD/...



Stocke l'information.

Restituer/Communiquer

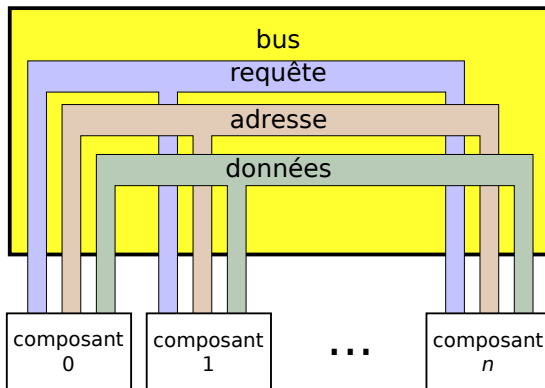
Écran, enceintes ...



Permet de restituer les informations à destination de l'utilisateur.

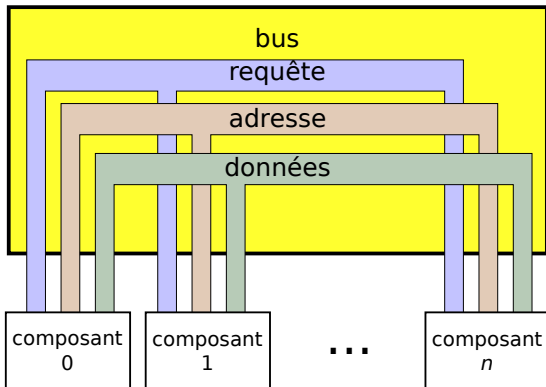
Restituer/Communiquer

Bus, Carte USB ...



Restituer/Communiquer

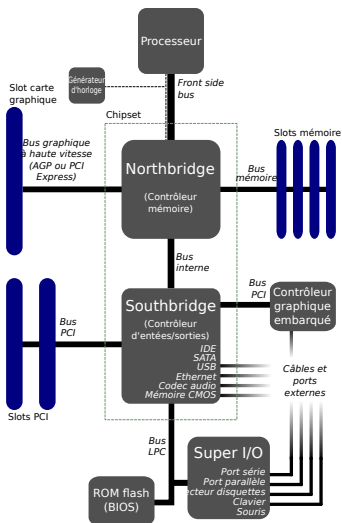
Bus, Carte USB ...



Permet de transmettre les informations à destination de la chaîne d'énergie ou d'un autre système.

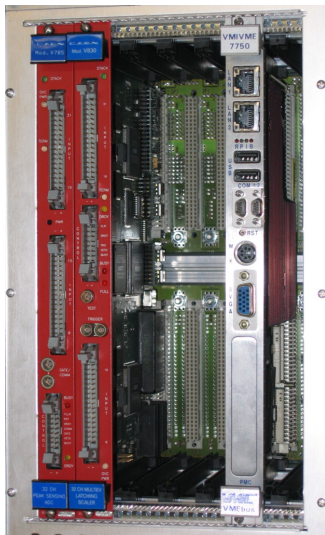
Restituer/Communiquer

Bus, Carte USB ...



Restituer/Communiquer

Bus, Carte USB ...



Sommaire

- 1 Structure des chaînes fonctionnelles
- 2 Composants de la chaîne d'information
- 3 Composants de la chaîne d'énergie**
 - Stocker
 - Alimenter
 - Moduler (distribuer)/pré-actionneur
 - Convertir/actionneur
 - Transmettre
 - Agir

Stocker

Batteries/piles



Stocke l'énergie électrique sous forme chimique.

Stocker

volant d'inertie



Stocke l'énergie cinétique.

Alimenter

bloc d'alimentation/transformateur



Alimente le système en énergie électrique.

Alimenter

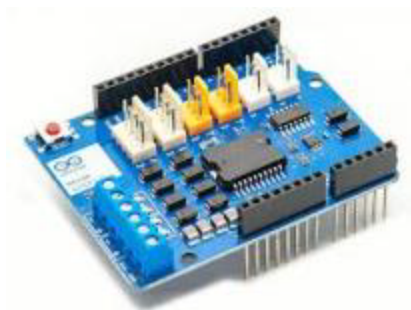
Onduleur



Permet de convertir une tension continue en une tension alternative.

Moduler (distribuer)/pré-actionneur

Hacheur



Distribue l'énergie électrique de la source à l'actionneur, en la modulant, sur ordre du module de traitement.

Moduler (distribuer)/pré-actionneur

Distributeur pneumatique/hydraulique



Distribue l'énergie pneumatique/hydraulique de la source à l'actionneur, en la modulant, sur ordre du module de traitement.

Convertir/actionneur

Moteurs électriques



Converti l'énergie électrique en énergie mécanique. (« de rotation »)

Convertir/actionneur

Moteur linéaire



Converti l'énergie électrique en énergie mécanique. (« de translation »)

Convertir/actionneur

Vérin pneumatique/hydraulique



Converti l'énergie pneumatique/hydraulique en énergie mécanique (« de translation »).

Convertir/actionneur

Pompe hydraulique



Converti l'énergie mécanique en énergie hydraulique.

Convertir/actionneur

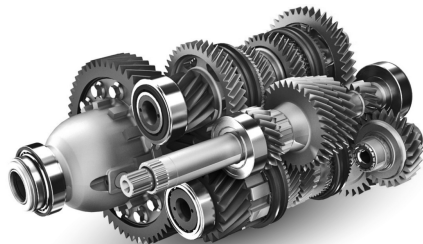
Moteur hydraulique



Converti l'énergie hydraulique en énergie mécanique. (« de rotation »).

Transmettre

Réducteur



Transmet l'énergie mécanique de rotation.

Transmettre

Système poulie/courroie



Transmet l'énergie mécanique de rotation.

Transmettre

Transmission par chaîne



Transmet l'énergie mécanique de rotation.

Transmettre

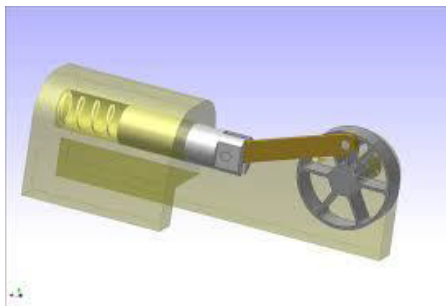
Système vis écrou



Transmet l'énergie mécanique de rotation en énergie mécanique de translation.

Transmettre

Système bielle-manivelle



Transmet l'énergie mécanique de rotation en énergie mécanique de translation alternative (ou inversement suivant les applications.)

Agir

Pince de robot



Agit sur la matière d'œuvre pour la saisir.

Agir

Tapis roulants



Agit sur la matière d'œuvre pour la convoier.

Agir

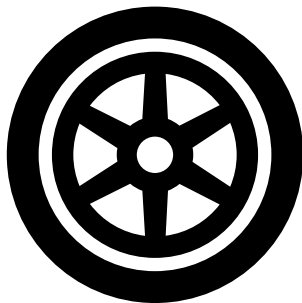
Foret



Agit sur la matière d'œuvre pour la percer.

Agir

Roue



Agit sur la position de la matière d'œuvre.