



MINISTÈRE  
DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES  
ET DE L'INDUSTRIE



MINISTÈRE DU BUDGET  
DES COMPTES PUBLICS, DE LA FONCTION PUBLIQUE  
ET DE LA RÉFORME DE L'ÉTAT

## **Examen professionnel pour l'accès au grade de Technicien de laboratoire de classe supérieure**

Session du 14 mars 2011



Epreuve :

### **ELECTROTECHNIQUE ET AUTOMATIQUE**

(Durée : 3 heures – Coefficient : 2)



Le sujet comporte : 8 pages  
dont 1 page couleur à rendre avec la copie  
(CALCULATRICE NON AUTORISÉE)



(Toute note inférieure à 8 sur 20 est éliminatoire)

#### **REMARQUES IMPORTANTES :**

- Les copies doivent être rigoureusement anonymes et ne comporter aucun signe distinctif ni signature, même fictive, sous peine de nullité.
- Le candidat s'assurera, à l'aide de la pagination, qu'il détient un sujet complet.

Examen professionnel pour l'accès au grade de  
Technicien de laboratoire de classe supérieure  
des Écoles Nationales des Mines  
Session du 14 mars 2011

\*\*\*\*\*

SPECIALITE : ELECTROTECHNIQUE ET AUTOMATIQUE

AVERTISSEMENT

**Le sujet est constitué d'exercices indépendants pouvant comporter des questions indépendantes.**

**C'est pourquoi il est recommandé de lire l'ensemble du sujet avant de composer.**

**Le candidat est libre de traiter les exercices dans l'ordre qui lui convient.**

# **1 Automatique et Informatique Industrielle**

## **1.1 Représentation de l'information**

**1.1.1 Quel est le nombre de bits nécessaire à la représentation binaire de l'état d'un capteur ayant une précision de 1% ?**

**1.1.2 Donner le codage en binaire naturel du nombre décimal « 124 ».**

**1.1.3 Donner le codage en hexadécimal de ce même nombre.**

## **1.2 Fonction combinatoire**

On souhaite réaliser une fonction logique qui vaut 1 si et seulement si le chiffre décimal placé à son entrée est un multiple de 3. Ce chiffre décimal est codé en binaire naturel.

On rappelle qu'un chiffre décimal ne peut dépasser 9 et que 0 est considéré comme un multiple de 3.

**1.2.1 Combien de bits d'entrée nécessite cette fonction ?**

**1.2.2 Donner la table de vérité de cette fonction.**

**1.2.3 Donner le tableau de Karnaugh associé à cette fonction.**

**1.2.4 En déduire l'expression simplifiée de cette fonction.**

**1.2.5 Proposer la réalisation matérielle de cette fonction à partir de portes ET, OU et d'inverseurs.**

**1.2.6 Proposer la réalisation matérielle de cette fonction à partir exclusivement de portes NAND (NON-ET) et d'inverseurs.**

## **1.3 Fonction séquentielle**

On souhaite réaliser la commande tout ou rien d'un moteur « M » à partir de deux boutons poussoirs « g » comme « go » et « s » comme « stop ». Le moteur est toujours dans l'état défini par le dernier bouton poussoir appuyé.

**1.3.1 Donner le « ladder » correspondant à cette commande en supposant la marche prioritaire.**

**1.3.2 Donner le « ladder » correspondant à cette commande en supposant cette fois l'arrêt prioritaire.**

## **1.4 Etude d'un automatisme**

Il s'agit d'étudier une machine à laver les voitures. Cette machine est volontairement très simplifiée et son étude s'effectue en **deux parties indépendantes** :

- la gestion du portique, de la rotation des rouleaux et de l'apport des produits,
- la gestion du positionnement des rouleaux.

### **Gestion du portique, de la rotation des rouleaux et de l'apport des produits**

**Rappel :** la gestion des translations des rouleaux pour les rapprocher ou les éloigner du véhicule sera traitée plus loin. On considère donc qu'il n'y a pas lieu de s'en préoccuper dans cette partie.

- **La machine comporte un portique capable d'avancer « AV » et de reculer « RE » au-dessus du véhicule. Sa course est délimitée par deux capteurs de fin de course : « av » placé à l'avant de l'emplacement prévu pour le véhicule et « ar » placé à l'arrière de cet emplacement.**
- **Ce portique emmène 3 rouleaux :**
  - le rouleau horizontal « H »,
  - le rouleau vertical de gauche « G »,
  - le rouleau vertical de droite « D ».

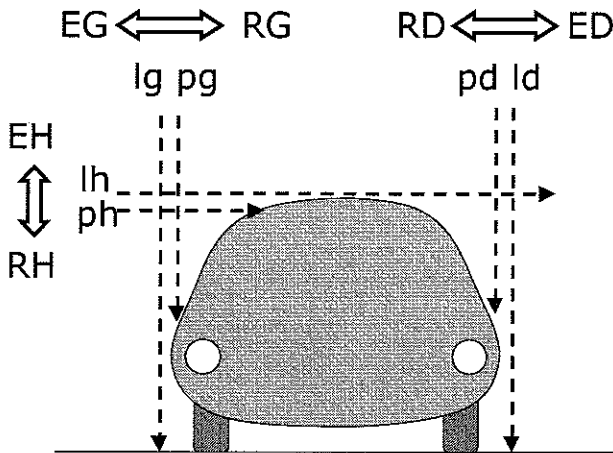
**Notation :** chaque organe associé à un rouleau se note en deux lettres : la première désigne le capteur ou l'actionneur, la seconde (« H », « G » ou « D » désigne le rouleau).

- **A chaque rouleau sont associées des actions de translation qu'on ne traite pas ici et les actions de rotation suivantes :**
  - tourner dans le sens Normal : « N » ( « NH », « NG » ou « ND » selon le rouleau)
  - tourner dans le sens Inverse : « I » ( « IH », « IG » ou « ID » selon le rouleau)
- **Selon la phase du cycle de nettoyage du véhicule, on peut effectuer :**
  - une projection d'eau : action notée « O » (prononcer « eau » !)
  - une projection de produit de lavage : action notée « L » (comme Lavage)
- **Pour pouvoir démarrer le cycle d'utilisation, il faut que le portique soit en position avant (« av »).**
- **L'appui sur le bouton « dc » provoque alors le démarrage du cycle, qu'il y ait un véhicule ou non.**
- **Lorsque le cycle est démarré, le portique effectue d'abord un aller « lavage » lors duquel il projette simultanément de l'eau et du produit de lavage et lors duquel les rouleaux tournent dans le sens « normal ».**
- **Arrivés en fin de course, les rouleaux arrêtent leur rotation et le portique s'immobilise pendant une seconde.**
- **On procède ensuite au retour « rinçage » jusqu'au fin de course « av ». Durant cette phase, on ne projette que de l'eau et les rouleaux tournent en sens inverse.**

**1.4.1. Décrire le comportement du portique, de la rotation des rouleaux et de l'apport des produits par un Grafcet.**

**Gestion du positionnement des rouleaux**

Il s'agit cette fois de s'intéresser aux actions qui permettront aux trois rouleaux de se positionner correctement par rapport au véhicule tout le long du parcours du portique.



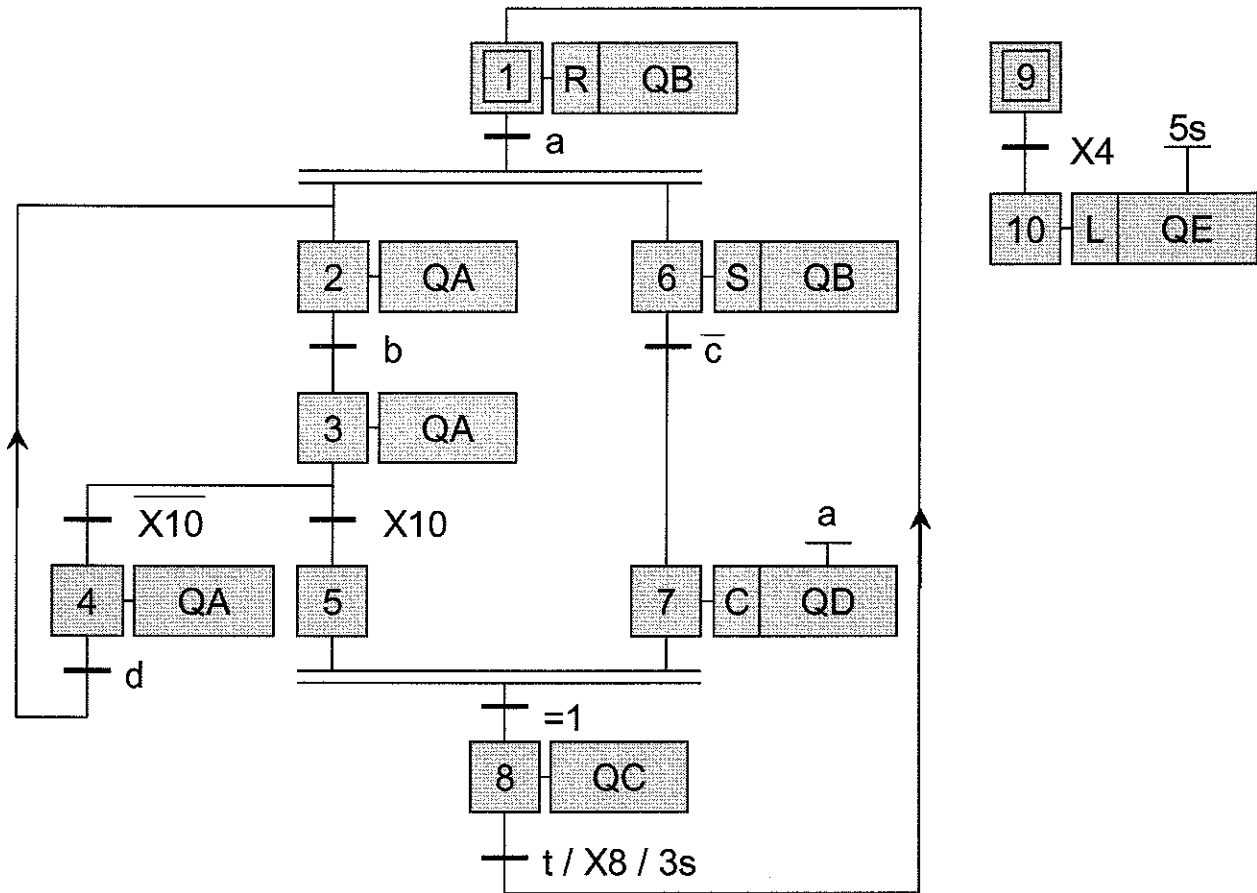
- **Chaque rouleau est géré indépendamment des autres.**
- **A chaque rouleau sont associées les actions de translation suivantes :**
  - s'Eloigner du véhicule : « E » ( « EH », « EG » ou « ED » selon le rouleau)
  - s'en Rapprocher : « R » ( « RH », « RG » ou « RD » selon le rouleau)
- **Comme l'indique la figure, chaque rouleau est solidaire de deux faisceaux lumineux dont la détection permet d'avoir des indications sur la position du rouleau. On recense ainsi deux capteurs de faisceau par rouleau :**
  - un capteur noté « p » comme « près » ( « pH », « pG » ou « pD » selon le rouleau)
  - un capteur noté « l » comme « loin » ( « lH », « lG » ou « lD » selon le rouleau)
- **La géométrie du portique et la disposition des faisceaux font que les détections de faisceau nous apportent les informations suivantes :**
  - si aucun des faisceaux n'est coupé par le véhicule (p=1, l=1), le rouleau est trop loin,
  - si les deux faisceaux sont coupés par le véhicule (p=0, l=0), le rouleau est trop près,
  - si seul le faisceau intérieur « p » est coupé (p=0, l=1), la distance est correcte,
  - si seul le faisceau extérieur « l » est coupé (p=1, l=0), le rouleau est en position de repos, c'est à dire rétracté au maximum pour laisser passer librement les véhicules.
- **On souhaite qu'une variable « cec » signifiant « cycle en cours » dirige le comportement des 3 rouleaux selon le principe suivant :**
  - quand « cec » = 1, chaque rouleau doit se maintenir à la bonne distance du véhicule,
  - quand « cec » = 0, chaque rouleau doit se maintenir en position de repos.

**1.4.2. Donner la table de vérité des actions de translation « RH » et « EH » en fonction de la variable « cec » et de l'état des capteurs « pH » et « lH ».**

**1.4.3. Donner la simplification par la méthode de Karnaugh de ces deux fonctions.**

**1.4.4. Montrer que la variable « cec » n'est rien d'autre qu'une expression liée aux étapes du Grafcet demandé précédemment.**

## 1.5 Analyse de Grafcet



Les Grafcets ci-dessus décrivent le comportement d'un système ayant pour entrées a, b, c, et d et pour sorties QA, QB, QC, QD et QE.

**1.5.1. Déduire des interactions entre ces deux Grafcets, le nombre de fois que l'étape 4 peut être active après l'initialisation.**

**1.5.2. Dans le document donné en annexe, compléter les chronogrammes de chaque étape (X1 à X10) et de chaque sortie (QA à QE), en tenant compte des deux remarques suivantes :**

**Remarque 1 :** dans les chronogrammes, le trait vertical de gauche correspond à l'instant d'initialisation.

**Remarque 2 :** le temps de cycle de l'automate est supposé négligeable par rapport à la seconde qui est le temps qui sert d'unité aux chronogrammes.

## **2 Electrotechnique**

### **2.1 Installation électrique**

**2.1.1. Que signifie la désignation « réseau 3P + N + T » ?**

**2.1.2. Que signifie « régime de neutre TT » ?**

**2.1.3. Quel est l'intérêt d'un disjoncteur magnéto-thermique par rapport à un disjoncteur magnétique et par rapport à un disjoncteur thermique ?**

**2.1.4. Que signifie disjoncteur différentiel ?**

### **2.2 Etude d'un moteur électrique**

**2.2.1. Citer différents types de moteurs électriques à courant alternatif.**

Sur la plaque d'un moteur électrique asynchrone triphasé, on relève les informations suivantes : 230V / 400 V ; 50 Hz ; 1,5kW ;  $\cos \varphi = 0,7$  ;  $\eta = 80\%$  ;  $N = 1200 \text{ tr.min}^{-1}$ .

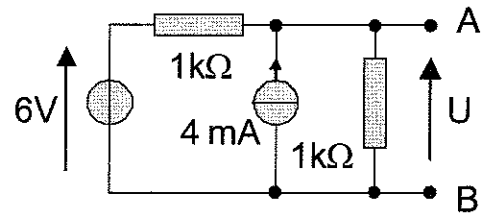
**2.2.2. Donner la signification de chacun de ces chiffres.**

**2.2.3. Quelles sont les puissances active, réactive et apparente de ce moteur ?**

## 3 Sciences physiques

### 3.1 Electricité en continu

Soit un dipôle vu de ses deux bornes A et B :



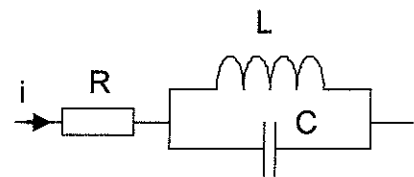
**3.1.1. Déterminer sa tension de sortie  $U$  à vide.**

**3.1.2. Donner son modèle de Thévenin.**

**3.1.3. Que vaudra  $U$  quand ce dipôle débitera dans une résistance de  $500\Omega$  ?**

### 3.2 Régime sinusoïdal

**3.2.1. Exprimer l'impédance complexe de ce circuit.**

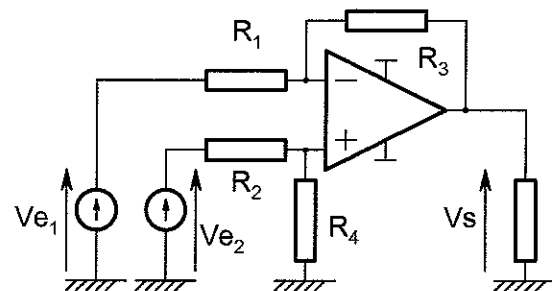


**3.2.2. A quelle fréquence le courant est-il nul ?**

### 3.3 Amplificateur opérationnel

Le montage ci-contre comporte un amplificateur opérationnel supposé idéal.

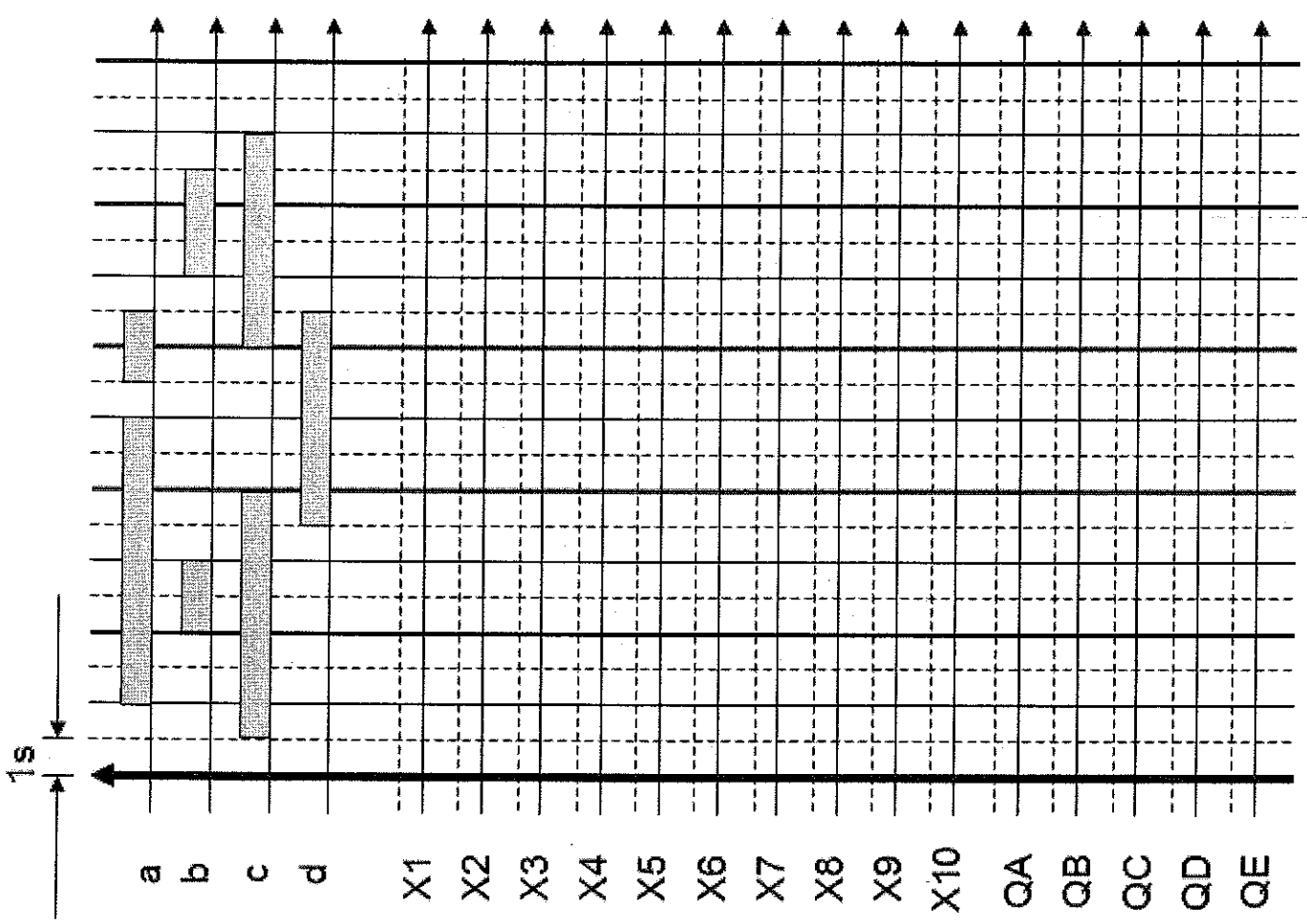
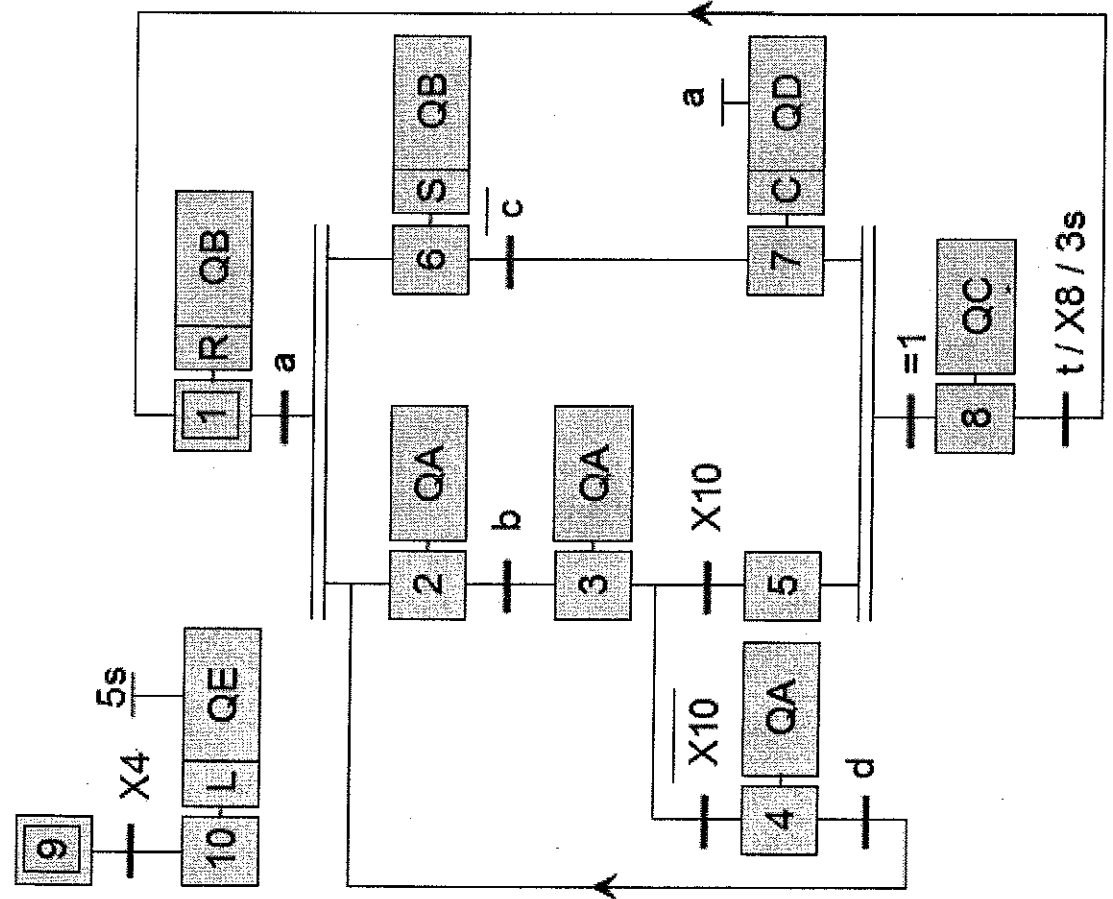
**3.3.1. Donner l'expression de la tension de sortie en fonction des tensions d'entrée et des résistances  $R_1$  à  $R_4$**



**3.3.2. Dans le cas où toutes les résistances sont identiques, quelle est la fonction de ce montage ?**

Cadre réservé à l'administration

**A RENDRE AVEC LA COPIE**



ANNEXE de la question 1.5.2