Code :
RDC580797

DOMAINE : SCIENCES APPLIQUÉES

OPTION : ÉLECTRONIQUE

ÉLECTRONIQUE GÉNÉRALE

Maîtriser les bases des circuits électroniques modernes.



Programme Africain

RDC

4ème ANNÉE DES HUMANITÉS

Édition 2026



TABLE DES MATIÈRES

PRÉLIMINAIRES **1**

1. Objectifs Généraux du Cours 1
   - 1.1. Maîtrise des Modèles de Composants et Systèmes 1
   - 1.2. Développement de la Capacité d'Analyse et de Synthèse 1
   - 1.3. Acquisition des Méthodologies de Mesure et de Dépannage 1

2. Compétences Visées 2
   - 2.1. Maîtrise des fondements théoriques 2
   - 2.2. Capacité d'analyse et de modélisation de circuits 2
   - 2.3. Compétence en conception et en dimensionnement 2
   - 2.4. Initiation au diagnostic et au dépannage 2

3. Approche Pédagogique 3
   - 3.1. Du Théorème à l'Application 3
   - 3.2. Structuration Systémique 3
   - 3.3. Validation par la Pratique 3

PREMIÈRE PARTIE : CIRCUITS DE COMMUTATION ET DE GÉNÉRATION DE SIGNAUX **4**

Le principe binaire : Allumé ou Éteint 4

Le transistor : Le commutateur universel 4

Les oscillateurs : Créateurs de rythme 4

Des signaux pour agir : L'application concrète 4

CHAPITRE 1 : LE TRANSISTOR EN RÉGIME DE COMMUTATION **5**

1.1. États de commutation : blocage et saturation 5
   - a. Le transistor : bien plus qu'un amplificateur 5
   - A. Le Régime de Blocage : L'Interrupteur Ouvert 5

FIGURE 1 : RÉF. IMG (5732-0690-5678) **7**

Schéma d'un transistor NPN en régime de blocage (interrupteur ouvert) 7
   - B. Le Régime de Saturation : L'Interrupteur Fermé 7

FIGURE 2 : RÉF. IMG (7856-6594-2137) **10**

Schéma d'un transistor NPN en régime de saturation (interrupteur fermé) 10

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

6.2. Montages de calcul analogique : sommateur, soustracteur et intégrateur....75
- a. Une calculatrice sans chiffres ?....75
- A. Le montage sommateur inverseur....76
- B. Le montage soustracteur (ou différentiel)....76
- C. Le montage intégrateur....77

CHAPITRE 7 : LES FILTRES ACTIFS À BASE D'AMPLI-OP....80

7.1. Filtres actifs : principes et montage passe-bas....80
- a. L'oreille et le filtre naturel....80
- A. Distinction entre filtres passifs et actifs....80
- B. Le filtre actif passe-bas du premier ordre....80

FIGURE 15 : RÉF. IMG (9795-0631-2935)....82

Schéma du filtre actif passe-bas du premier ordre à AOP....82
- C. Fréquence de coupure et réponse fréquentielle....82
- SCÉNARIOS ET EXERCICES....83

7.2. Montages passe-haut et passe-bande....85
- a. Les sculpteurs de hautes fréquences....85
- A. Le filtre actif passe-haut....86
- B. Le filtre actif passe-bande....87

FIGURE 16 : RÉF. IMG (7332-0831-2033)....89

Structure d'un filtre passe-bande par cascade d'un passe-haut et passe-bas....89
- C. Scénarios et Exercices....89

TROISIÈME PARTIE : ÉLECTRONIQUE DE PUISSANCE ET COMMANDE....92

La puissance sous contrôle....92

Les interrupteurs de puissance....92

Du courant continu à l'alternatif, et vice-versa....92

La commande : le cerveau de l'opération....92

CHAPITRE 8 : LE THYRISTOR (SCR) ET SON AMORÇAGE....93

8.1. Structure et caractéristique du Thyristor (SCR)....93
- a. Du verrou mécanique à l'interrupteur électronique....93
- A. Structure interne à quatre couches....93

MURHULA BAZIKANGE M.
Directeur Editorial
+243 860 655 590

FIGURE 17 : RÉF. IMG (1176-6738-0130) **95**

Structure interne P-N-P-N du thyristor et son symbole schématique 95

- B. Caractéristique courant-tension (I_AK = f(V_AK)) 95

8.2. Commande du thyristor : amorçage par gâchette et blocage 98

- a. L'interrupteur à mémoire 98
- A. L'Amorçage par la Gâchette (Gate) 98
- B. Le Blocage du Thyristor (Commutation) 99

FIGURE 18 : RÉF. IMG (4492-3091-2405) **101**

Courbes illustrant les conditions de blocage du thyristor 101

- C. Scénarios et Exercices 101

CHAPITRE 9 : APPLICATIONS DU THYRISTOR EN COMMANDE DE PUISSANCE **104**

9.1. Le redresseur commandé et le contacteur statique 104

- a. Le portier de l'énergie 104
- A. Le redresseur commandé : Maîtriser la tension continue 104

FIGURE 19 : RÉF. IMG (6470-7962-9195) **106**

Schéma et formes d'onde d'un redresseur monophasé commandé 106

- B. Le contacteur statique : L'interrupteur du futur 106

FIGURE 20 : RÉF. IMG (4013-5389-2135) **109**

Configuration tête-bêche de thyristors pour un contacteur statique AC 109

- Anecdote : Le silence de l'usine de Fungurume 109

9.2. Le hacheur (convertisseur DC-DC) 112

- a. Du tronc d'arbre à la tension continue 112
- A. Principe du hacheur série (dévolteur) 112

FIGURE 21 : RÉF. IMG (5489-5533-3469) **114**

Schéma de principe d'un hacheur série avec sa charge inductive 114

- B. Principales familles de hacheurs 114

9.3. L'onduleur (convertisseur DC-AC) 116

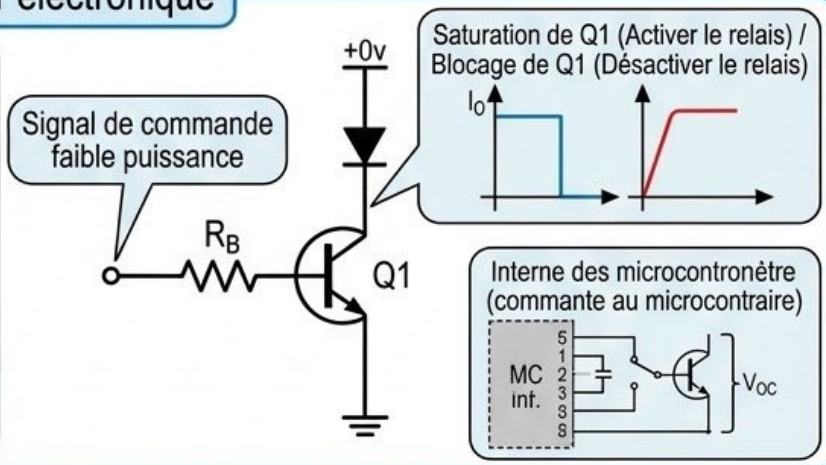
- a. Du continu à l'alternatif : une nécessité pratique 116
- A. Principe de fonctionnement : le hachage contrôlé 116
- B. L'onduleur monophasé en pont complet 117

Figure 3 : Réf. IMG (4566-7179-4000)

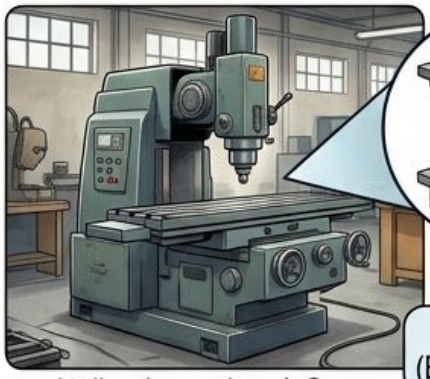
Schéma de commande d'un relais avec transistor NPN et diode de roue libre

1. Le rôle de l'interrupteur électronique

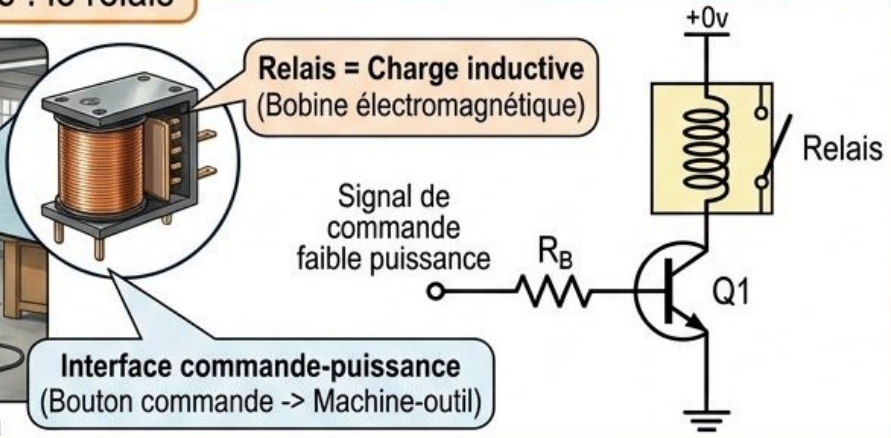




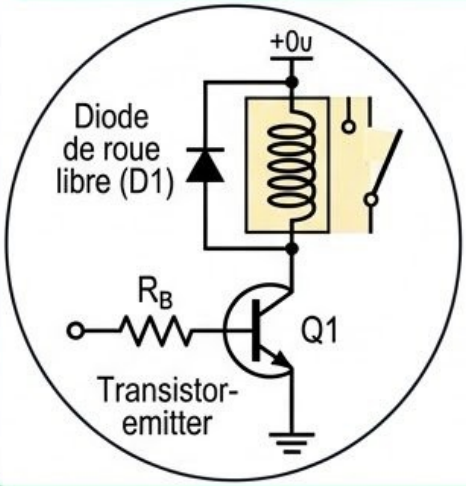
2. La charge inductive : le relais



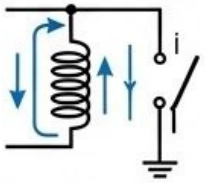
Atelier de soudure à Goma



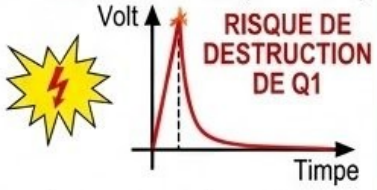
3. La diode de roue libre (D1) : l'assurance vie du transistor



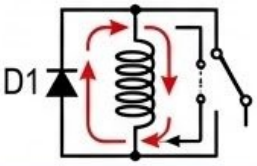
a) État conduct°:
Courant dans la bobine



b) Coupure courant:
Surtension inverse (Sans D1)



c) Avec D1: Dissipation sûre du courant de rupture



Disipassion de l'énergie stockée

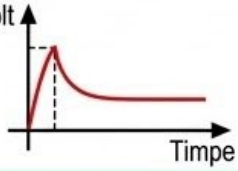


Figure 3 : Réf. IMG (4566-7179-4000)

Schéma de commande d'un relais avec transistor NPN et diode de roue libre

a. Le rôle de l'interrupteur électronique

L'illustration montre un transistor NPN (Q1) utilisé pour commander un relais. Un signal de commande de faible puissance (par exemple, venant d'un microcontrôleur) est appliqué à la base du transistor via la résistance R_B. Lorsque ce signal est haut, le transistor se sature et active le relais. Quand le signal est bas, le transistor se bloque et désactive le relais. R_B limite le courant de base pour protéger le transistor.

b. La charge inductive : le relais

Le relais lui-même est une charge inductive, car il fonctionne grâce à une bobine électromagnétique. Un atelier de soudure à Goma pourrait utiliser un tel montage pour qu'un petit bouton de commande active une grosse machine-outil. Le transistor sert d'interface entre le monde de la basse puissance (la commande) et celui de la haute puissance (la machine).

c. La diode de roue libre (D1) : l'assurance vie du transistor

Lors de la coupure du courant, la bobine du relais (charge inductive) génère une surtension très élevée et de polarité inverse. Cette surtension peut facilement détruire le transistor. La diode D1, montée en parallèle inversé sur la bobine, fournit un chemin pour que ce courant de "rupture" circule et se dissipe en toute sécurité, protégeant ainsi le transistor. Elle est absolument essentielle dans la commande de moteurs ou de relais.

■ ■ ■

Scénarios et Exercices

Une panne coûteuse à l'ISTA de Kinshasa

À l'Institut Supérieur de Techniques Appliquées, un étudiant en 4ème année, appelons-le Cédrick, travaillait sur un projet de portail automatique. Il avait connecté la sortie de son circuit de commande directement à un petit moteur électrique. Tout semblait fonctionner. Il appuyait sur son bouton, le moteur tournait. Il relâchait, le moteur s'arrêtait. Fier de lui, il a présenté son montage au Chef de Travaux. Après quelques manipulations, une petite fumée est sortie du circuit. Le transistor de commande avait grillé. Cédrick avait oublié un

composant minuscule mais vital : la diode de roue libre. Le moteur, en s'arrêtant, avait généré une surtension fatale pour son transistor. Une leçon apprise durement : ne jamais négliger la protection des composants.

Exercice 1 : La lumière de sécurité de la parcelle

Énoncé : Papa Kabasele, habitant à Bandalungwa, installe un détecteur de mouvement. Ce détecteur fournit une tension de +5V (logique 1) en cas de présence et 0V (logique 0) en son absence. Il souhaite allumer un puissant projecteur LED de 12V uniquement lorsqu'une présence est détectée. Le projecteur consomme 1A, bien plus que ce que le détecteur peut fournir. Proposez un circuit à transistor NPN pour résoudre ce problème.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Analyse du besoin de commande** Le signal du détecteur (+5V, quelques milliampères) est insuffisant pour alimenter le projecteur (12V, 1A). Il faut un composant d'interface qui agit comme un interrupteur commandé en tension. Le transistor en régime de commutation est la solution parfaite.

2. **Étape 2 : Conception du circuit** On utilise un montage en émetteur commun.

- L'émetteur du transistor NPN est connecté à la masse (0V).
- Le collecteur est connecté à une des bornes du projecteur LED. L'autre borne du projecteur est connectée à l'alimentation +12V.
- La base du transistor est connectée à la sortie +5V du détecteur, à travers une résistance de base R_B pour limiter le courant.

3. **Étape 3 : Vérification du fonctionnement**

- **Absence de présence ($V_{détecteur} = 0V$) :** Le transistor est bloqué. Aucun courant ne circule dans le collecteur. Le projecteur est éteint.
- **Présence détectée ($V_{détecteur} = +5V$) :** Le transistor est saturé. Il se comporte comme un interrupteur fermé. Le courant de 1A peut circuler du +12V à travers le projecteur et le transistor vers la masse. Le projecteur s'allume.

Exercice 2 : La ventilation automatique d'une serre à l'Équateur

Énoncé : À Mbandaka, une serre agricole doit être ventilée si la température dépasse 30°C. Un capteur thermique fournit un signal logique bas (0V) quand la température est normale, et un signal logique haut (+5V) quand elle dépasse 30°C. Ce signal doit commander un ventilateur de 24V qui est un

moteur à courant continu. Proposez le schéma de commande complet et justifiez la présence de chaque composant ajouté autour du transistor.

Résolution pas-à-pas :

1. **Étape 1 : Choix du montage de base** Comme pour l'exercice précédent, un transistor NPN en émetteur commun est utilisé comme interrupteur. Le signal du capteur de température commande la base du transistor, et le moteur (ventilateur) est placé dans le circuit du collecteur, alimenté en 24V.

2. **Étape 2 : Ajout de la résistance de base (R_B)** Le signal de +5V du capteur est connecté à la base via une résistance R_B. **Justification :** Cette résistance est cruciale pour limiter le courant qui entre dans la base du transistor. Sans elle, le courant serait trop élevé et la jonction base-émetteur du transistor serait détruite instantanément.

3. **Étape 3 : Ajout de la diode de roue libre (D_1)** Un moteur est une charge fortement inductive. Une diode est placée en parallèle sur les bornes du moteur. La cathode (le côté avec la barre) doit être connectée au pôle positif de l'alimentation (+24V) et l'anode au collecteur du transistor. **Justification :** Lorsque le transistor se bloque pour arrêter le moteur, l'énergie magnétique stockée dans la bobine du moteur crée une surtension dangereuse. Cette diode offre un chemin à ce courant pour qu'il se dissipe sans passer par le transistor, le protégeant ainsi de la destruction.
