MORAJA3A

MATHS · PHYSIQUE-CHIMIE · SVT

$\varepsilon = V_+ - V_-$

$\pm U_{sat}$

COURS · TRONC COMMUN SC. BIOF · PHYSIQUE · S2 · CHAPITRE 7

L'amplificateur opérationnel

المضخم العملياتي

u_s

Description de l'amplificateur opérationnel, modèle idéal, régime saturé (comparateur) et régime linéaire, montages suiveur, amplificateur inverseur et amplificateur non inverseur — expliqués simplement, avec des repères en arabe.

$-R_2/R_1$

Comprends. Entraîne-toi. Réussis.

Rédigé et vérifié par **Mohammed TAOUFIK**, professeur et fondateur de MORAJA3A

NIVEAU
Tronc Commun Scientifique (BIOF)

CONTENU
Cours · Exemples · Pièges · 6 exercices corrigés

PLATEFORME
moraja3a.app

Sommaire

فهرس الدرس

01	Description et modèle idéal	الوصف والنموذج المثالي
02	Montages en régime linéaire	التراكيب في النظام الخطي
03	Exercices (6 exercices gradués)	تمارين تطبيقية
04	Corrigés détaillés	التصحيح المفصل
05	Fiche résumé et lexique français–arabe	ملخص ومعجم المصطلحات

POURQUOI CE CHAPITRE EST IMPORTANT

L'amplificateur opérationnel (AO) est un circuit intégré présent dans tous les appareils de mesure et de traitement du signal. Quelques règles simples suffisent pour étudier les montages de base.

💡 **بالعربية**

المضخم العملياتي له مدخلان +E و -E ومخرج S. في النموذج المثالي i+ = i- = 0. في **النظام المشبع** u_s = ±U_sat، وفي **النظام الخطي** ε = 0.

Comment utiliser ce cours

- **Définition** (encadré bleu) : ce qu'il faut savoir par cœur.
- **À retenir** (encadré vert) : la loi, la formule ou la méthode clé.
- **Exemple** (encadré doré) : une application corrigée pas à pas.
- **Piège** (encadré rouge) : l'erreur que font beaucoup d'élèves.
- **بالعربية** : une explication courte en arabe pour bien fixer l'idée.
- **Exercices** : énoncés classés APPLICATION APPROFONDISSEMENT TYPE EXAMEN ; tous les corrigés sont regroupés après les exercices.

1 Description et modèle idéal

الوصف والنموذج المثالي

DÉFINITION — AMPLIFICATEUR OPÉRATIONNEL

Un AO est alimenté par une tension symétrique (par exemple +15 V / −15 V). Il possède une entrée **non inverseuse** E_+, une entrée **inverseuse** E_- et une **sortie** S. On note $\varepsilon = V_+ - V_-$ la tension différentielle d'entrée et u_s la tension de sortie (par rapport à la masse).

AO IDÉAL

- Les courants d'entrée sont nuls : $i_+ = i_- = 0$.
- La tension de sortie est comprise entre $-U_{sat}$ et $+U_{sat}$ (environ ±14 V pour une alimentation ±15 V).

LES DEUX RÉGIMES

- **Régime saturé** (sans contre-réaction, ou réaction sur E_+) : $u_s = +U_{sat}$ si $\varepsilon > 0$; $u_s = -U_{sat}$ si $\varepsilon < 0$. Montage **comparateur**.
- **Régime linéaire** (sortie reliée à E_- par une contre-réaction) : $\varepsilon = 0$, soit $V_+ = V_-$.

💡 **بالعربية**

في النظام المشبع تكون u_s = +U_sat إذا كان ε > 0 و u_s = -U_sat إذا كان ε < 0. في النظام الخطي يكون ε = 0.

2 Montages en régime linéaire

التراكيب في النظام الخطي

Montage	Relation	Remarque
Suiveur	$u_s = u_e$	adaptation d'impédance (ne consomme pas de courant)
Amplificateur inverseur	$u_s = -(R_2/R_1)\, u_e$	gain négatif
Amplificateur non inverseur	$u_s = (1 + R_2/R_1)\, u_e$	gain supérieur à 1

DÉMONSTRATION — INVERSEUR

u_e est appliquée à E_- à travers R_1 ; R_2 relie S à E_- ; E_+ est à la masse.

$V_- = V_+ = 0$ et $i_- = 0$: le même courant i traverse R_1 et R_2. $u_e = R_1\, i$ et $u_s = -R_2\, i$, d'où $u_s = -(R_2/R_1)\, u_e$.

PIÈGE

Les formules d'amplification ne sont valables que si $|u_s| < U_{sat}$; sinon l'AO est saturé et $u_s = \pm U_{sat}$.

3 Exercices

تمارين — حاول أولاً قبل قراءة التصحيح!

6 exercices d'application. Les corrigés sont regroupés dans la partie suivante : cherche d'abord seul !

EXERCICE 1 — COMPARATEUR APPLICATION

Un AO idéal (U_{sat} = 14 V) fonctionne sans contre-réaction. Donner u_s quand : 1. V_+ = 2 V et V_- = 3 V ; 2. V_+ = 5 V et V_- = 1 V.

EXERCICE 2 — SUIVEUR APPLICATION

Dans un montage suiveur, quelle est la relation entre u_s et u_e ? Quel est l'intérêt de ce montage si l'AO ne fait pas d'amplification ?

EXERCICE 3 — AMPLIFICATEUR INVERSEUR APPLICATION

Un amplificateur inverseur a R_1 = 10 kΩ et R_2 = 47 kΩ, avec U_{sat} = 14 V. Calculer u_s pour u_e = 0,2 V puis u_e = 0,5 V. À partir de quelle valeur de u_e l'AO est-il saturé ?

EXERCICE 4 — AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR APPLICATION

Un amplificateur non inverseur a R_1 = 10 kΩ et R_2 = 20 kΩ. Calculer son gain et u_s pour u_e = 2 V.

EXERCICE 5 — DÉMONSTRATION APPROFONDISSEMENT

Montrer, en utilisant le modèle idéal et le régime linéaire, que pour le montage non inverseur (u_e sur E_+, R_1 entre E_- et la masse, R_2 entre S et E_-) on a $u_s = (1 + R_2/R_1)\, u_e$.

EXERCICE 6 — DÉTECTEUR DE SEUIL APPROFONDISSEMENT

On applique une tension de référence de 5 V sur l'entrée E_- d'un AO sans contre-réaction, et une tension variable u_e (provenant d'un capteur de température) sur E_+. Que vaut u_s quand u_e = 3 V ? Quand u_e = 6 V ? Proposer une application.

4 Corrigés détaillés

التصحيح المفصل للتمارين

CORRIGÉ 1 — COMPARATEUR

1. $\varepsilon = -1\ V < 0$: $u_s = -14\ V$. **2.** $\varepsilon = 4\ V > 0$: $u_s = +14\ V$.

CORRIGÉ 2 — SUIVEUR

$u_s = u_e$. Comme $i_+ = 0$, il ne prélève aucun courant à la source d'entrée, tout en pouvant fournir du courant à la charge : il sert d'**adaptateur d'impédance**.

CORRIGÉ 3 — AMPLIFICATEUR INVERSEUR

Gain $-4{,}7$: $u_s = -0{,}94\ V$ puis $-2{,}35\ V$. Saturation quand $4{,}7|u_e| > 14$, soit $|u_e| > 2{,}98\ V$.

CORRIGÉ 4 — AMPLIFICATEUR NON INVERSEUR

Gain $1 + 20/10 = 3$; $u_s = 6\ V$.

CORRIGÉ 5 — DÉMONSTRATION

$i_- = 0$: R_1 et R_2 sont parcourues par le même courant et forment un diviseur de tension : $V_- = u_s\, R_1/(R_1 + R_2)$. Régime linéaire : $V_- = V_+ = u_e$. Donc $u_s = u_e(R_1 + R_2)/R_1 = (1 + R_2/R_1)u_e$.

CORRIGÉ 6 — DÉTECTEUR DE SEUIL

$u_e = 3\ V$: $\varepsilon < 0$, $u_s = -U_{sat}$. $u_e = 6\ V$: $\varepsilon > 0$, $u_s = +U_{sat}$. Application : alarme qui se déclenche quand la température dépasse un seuil (la sortie commande une DEL ou un buzzer).

5 Fiche résumé

ملخص الدرس — للمراجعة السريعة

Les points essentiels

Je dois…	Outil / formule	بالعربية
AO idéal	$i_+ = i_- = 0$	المضخم المثالي
régime saturé	$u_s = \pm U_{sat}$ selon le signe de ε	النظام المشبع
régime linéaire	$\varepsilon = 0$ ($V_+ = V_-$)	النظام الخطي
amplificateur inverseur	$u_s = -(R_2/R_1)\, u_e$	المضخم العاكس
amplificateur non inverseur	$u_s = (1 + R_2/R_1)\, u_e$	المضخم غير العاكس

LES FORMULES CLÉS

$\varepsilon = V_+ - V_-$

suiveur : $u_s = u_e$

inverseur : $-R_2/R_1$

non inverseur : $1 + R_2/R_1$

TOP 5 DES ERREURS

- Appliquer une formule linéaire alors que l'AO sature.
- Oublier le signe moins de l'inverseur.
- Confondre E+ et E−.
- Croire que des courants entrent dans l'AO idéal.
- Oublier que $|u_s| \leq U_{sat}$.

Lexique français — arabe معجم المصطلحات

Français	العربية	Français	العربية
Amplificateur opérationnel	مضخم عملياتي	Régime linéaire	النظام الخطي
Entrée inverseuse	المدخل العاكس	Contre-réaction	تفاعل عكسي
Entrée non inverseuse	المدخل غير العاكس	Comparateur	مقارن
Sortie	مخرج	Suiveur	تابع
Tension de saturation	توتر الإشباع	Amplificateur inverseur	مضخم عاكس
Régime saturé	النظام المشبع	Gain	ربح

Besoin d'aide sur ce chapitre ? Séance d'essai 100 % gratuite.

Cours en direct sur Google Meet · Petits groupes de 8 élèves max · Programme marocain · moraja3a.app · WhatsApp +212 617 638 536

احجز حصتك التجريبية المجانية على موقع moraja3a.app — افهم، تدرّب، انجح.