

# Table des matières

---

## Chapitre I. FONCTIONS DE TRANSFERT

<b>1- Aspects et constructions mathématiques</b> .....	1
<b>1.1- Nombres complexes</b> .....	1
a) forme algébrique .....	1
b) forme polaire .....	2
c) forme exponentielle .....	3
d) application des complexes à la géométrie .....	3
<b>1.2- Fonctions de transfert</b> .....	4
a) système linéaire et invariant dans le temps .....	4
b) convolution .....	4
c) fonction de transfert .....	5
<b>1.3- Représentations graphiques des fonctions de <math>\mathbb{R}</math> à valeurs dans <math>\mathbb{C}</math></b> .....	6
a) diagramme de Nyquist .....	6
b) diagrammes de Bode .....	4
c) diagramme de Black .....	5
<b>2- Aspects et interprétations physiques</b> .....	12
<b>2.1- Système du premier ordre</b> .....	12
a) analyse temporelle .....	13
b) analyse fréquentielle graphique .....	15
<b>2.2- Système du second ordre</b> .....	17
a) analyse temporelle .....	17
b) analyse fréquentielle graphique .....	22
<b>2.3- Oscillateurs sinusoïdaux</b> .....	24
a) principe d'un oscillateur sinusoïdal .....	24
b) condition de phase et d'amplitude .....	25
c) condition de fonctionnement .....	25

## Chapitre II. LIGNES DE TRANSMISSION

<b>1- Aspects et constructions mathématiques</b> .....	27
<b>1.1- Représentation vectorielle de Fresnel</b> .....	27

<b>1.2- Représentations graphiques des fonctions complexes</b> .....	28
a) définitions .....	28
b) représentations graphiques .....	28
c) fonctions complexes élémentaires .....	30
<b>1.3- Abaque de Smith</b> .....	34
a) une homographie particulière .....	34
b) l'abaque de Smith .....	35
<b>2- Aspects et interprétations physiques</b> .....	36
<b>2.1- Lignes de transmission en haute fréquence</b> .....	36
a) schéma général .....	36
b) modélisation d'une ligne et équations de propagation .....	37
c) expressions de la tension et du courant le long de la ligne .....	38
d) coefficients complexes de réflexion .....	39
e) impédance complexe de la charge ramenée le long de la ligne .....	42
f) cas particulier : ligne fermée sur sa charge adaptée .....	43
g) cas particulier : ligne fermée par un court-circuit .....	43
h) cas particulier : ligne ouverte .....	49
i) cas particulier : ligne fermée par une réactance pure .....	54
j) cas général : ligne fermée par une impédance complexe quelconque .....	56
k) amplitude complexe et expression de la tension incidente .....	58
l) rapport d'ondes stationnaires (R.O.S.) .....	59
<b>2.2- Utilisation de l'abaque de Smith</b> .....	60
a) positionnement d'une impédance complexe réduite .....	61
b) cercles des réactances réduites pures .....	62
c) axe des résistances réduites pures .....	62
d) échelle des distances réduites .....	62
e) lieu de variation de l'impédance complexe de charge ramenée .....	63
f) représentation des tensions et des courants incidents, réfléchis et résultants .....	64
g) coefficients complexes de réflexion en tension et en courant le long de la ligne .....	71
h) rapport d'ondes stationnaires .....	72
i) dualités : série/parallèle, impédance/admittance, tension/ courant, courant/tension .....	73
j) méthodes d'adaptation d'une ligne chargée et d'un générateur : .....	73

## Chapitre III. ASSERVISSEMENTS

<b>1- Aspects et constructions mathématiques</b> .....	77
--	----

<b>1.1- Critère de Routh-Hurwitz</b> .....	77
--	----

<b>1.2- Lieu des racines ou lieu d'Evans</b> .....	78
a) première propriété : condition des modules et des arguments .....	78
b) deuxième propriété : nombre de branches .....	79
c) troisième propriété : symétrie des lieux .....	80
d) quatrième propriété : asymptotes .....	80
e) cinquième propriété : lieux sur l'axe réel .....	80
f) sixième propriété : angle d'arrivée ou de départ des pôles ou zéros complexes .....	81
g) septième propriété : intersection avec l'axe imaginaire .....	82
<b>1.3- Abaque de Black</b> .....	82
a) définition .....	82
b) construction des courbes équimodules .....	84
c) construction des courbes équiphasés .....	85
d) fonctionnement de l'abaque .....	86
<b>1.4- Résonance en boucle fermée</b> .....	87
<b>2- Aspects et interprétations physiques</b> .....	89
<b>2.1- Systèmes asservis</b> .....	89
a) définition .....	89
b) fonction de transfert d'un système asservi .....	89
<b>2.2- Stabilité des systèmes asservis</b> .....	90
a) condition de stabilité d'un système asservi .....	90
b) exemple .....	91
<b>2.3- Critères graphiques de stabilité</b> .....	92
a) règle du revers dans le plan de Black .....	93
b) règle du revers dans le plan de Nyquist .....	93
c) règle du revers dans le plan de Bode .....	94
d) marges de stabilité d'un système asservi .....	95
<b>2.4- Correction des systèmes asservis</b> .....	96
a) principe de la correction d'un système asservi .....	96
b) réseaux correcteurs classiques .....	96
c) correction par action proportionnelle et dérivée (PD) .....	97
d) correction à action proportionnelle et intégrale (PI) .....	101
e) correction par action proportionnelle, intégrale et dérivée (PID) .....	105

## Chapitre IV. ÉNONCÉS ET CORRECTION DES EXERCICES

<b>1- Exercices du chapitre I</b> .....	108
---	-----

<b>2- Exercices du chapitre II</b> .....	141
<b>3- Exercices du chapitre III</b> .....	179
<b>ANNEXE : le logiciel ORGE</b> .....	209
<b>INDEX alphabétique</b> .....	211