

RÉMY MALLARD



Construisez votre émetteur FM

Conception et réalisation

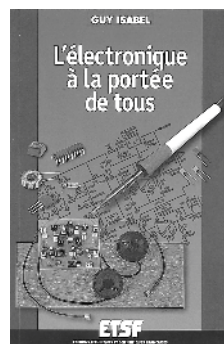


ETSF

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

Construisez votre émetteur FM

Série Initiation, dans la même collection



Formation pratique à l'électronique. 2^e éd., Archambault et Mayeux, 208 p.

Électricité domestique. 3^e éd., Besson, 192 p.

Je construis ma première radio, Chevaillier, 176 p.

Pour s'initier à l'électronique. 2^e éd., Fighiera et Knoerr, 216 p.

L'électronique à la portée de tous. 2^e éd., Isabel, 216 p.

Apprendre l'électronique par l'expérimentation et la simulation (+ CD-ROM), Mayeux, 344 p.

Pour s'initier à l'électronique logique et numérique (+ web), Mergy, 212 p.

Apprendre l'électronique fer à souder en main, Oehmichen, 224 p.

L'électronique ? Rien de plus simple ! 5^e éd., Oehmichen, 256 p.

Progresser en électronique, Oehmichen, 304 p.

Oscilloscopes, Rateau, 256 p.

Mes premiers pas en électronique, Rateau, 192 p.

Le dépannage TV ? Rien de plus simple !, Six, 192 p.

RÉMY MALLARD

Construisez votre émetteur FM

Conception et réalisation

ETSF

EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES FRANÇAISES

Consultez nos parutions sur dunod.com



Illustrations intérieures : Alain et Ursula BOUTEVEILLE
Couverture : Rachid MARAI

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2008

ISBN 978-2-10-053560-6

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE		PAGE
	Avant-propos	VII
	Remerciements	IX
1	Les modulations	1
	1.1 Modulations AM et FM	1
	1.2 Déviation (ou excursion) de fréquence	5
2	Les traitements appliqués au signal BF	9
	2.1 Désymétrisation du signal audio	9
	2.2 Compression et limitation de la dynamique	11
	2.3 Filtrage passe-bas	20
	2.4 Préaccentuation	27
	2.5 Codage stéréo et compatibilité mono/stéréo	30
3	Composition du signal multiplex (MPX)	43
	3.1 Signaux M (A+B) et S (A-B)	44
	3.2 Pilote 19 kHz	54
	3.3 RDS et DARC	55
	3.4 Signal multiplex (MPX) complet	57
4	La stabilité de la fréquence d'émission	67
	4.1 Oscillateur libre	69
	4.2 Oscillateur à quartz	70
	4.3 Oscillateur à synthèse de fréquence	72
	4.4 Modulateur FM	79
5	L'amplification RF	85
	5.1 Difficultés majeures de l'amplification RF de forte puissance	87
	5.2 Couplages de plusieurs amplificateurs RF	88
	5.3 Filtrage des harmoniques RF	92
	5.4 Mesure de la puissance réfléchie (non rayonnée)	96

6	Réalisation et assemblage des modules de l'émetteur	101
6.1	Réalisation de l'alimentation secteur	102
6.2	Réalisation du désymétriseur audio	107
6.3	Réalisation du filtre passe-bas 15 kHz	110
6.4	Réalisation du compresseur de modulation	113
6.5	Réalisation du codeur stéréo	116
6.6	Réalisation du sommateur MPX + RDS	129
6.7	Réalisation du modulateur FM	130
6.8	Réalisation du TOS-mètre	132
6.9	Mise en coffret et interconnexion des modules	133

7	Les réglages de l'émetteur, côté BF	139
7.1	Entrées symétriques et CMRR	139
7.2	Réglage du limiteur de modulation	142
7.3	Réglage des composantes du signal multiplex (MPX)	143
7.4	Réglage du signal multiplex (MPX) complet	155

8	Les réglages de l'émetteur, côté RF	163
8.1	Réglage du modulateur FM	163
8.2	Adaptation de l'antenne d'émission	175

	Bibliographie	177
	Annexes	179

AVANT-PROPOS

Le but de cet ouvrage est de vous montrer comment réaliser soi-même un émetteur FM expérimental permettant la diffusion d'un programme audio stéréophonique. Son contenu est à but uniquement didactique et ne devra être utilisé que pour vous familiariser avec les techniques de conception et de réglage d'un émetteur FM stéréo.

L'utilisation d'un émetteur, quel qu'il soit, est réglementée et doit respecter certaines règles. Une des principales règles concerne la puissance d'émission RF qui ne doit pas dépasser la valeur de 50 nW, valeur applicable à l'instant où ces lignes sont écrites. L'expérimentation sur des périodes limitées est tolérée, mais l'utilisation en continu d'un émetteur radio est formellement interdite sans autorisation. Les réglementations pouvant changer et ne plus correspondre à celles en vigueur au moment de l'écriture de ces lignes, vous devrez vous renseigner auprès des instances compétentes, dont les adresses sont données en annexe de cet ouvrage.

REMERCIEMENTS

Merci à mes parents Danièle et Raymond, ainsi qu'à mon parrain Dominique. Mon père m'a fait découvrir l'électronique alors que j'avais dix ans, et a su des années durant, m'assister et m'encourager quand mes montages ne fonctionnaient pas. Mon parrain quant à lui a su m'accueillir des journées entières chez lui, quand j'étais adolescent, pour m'enseigner les bases de l'électronique, complémentaires à celles prodiguées par mon père. C'est lui qui a dépanné et amélioré mon premier émetteur FM. J'avais à cette époque quatorze ans et j'avais encore bien des choses à apprendre. Le domaine de la RF réserve toujours plein de surprises, et sans soutien d'une personne confirmée, on peut avoir envie de tout laisser tomber assez rapidement. Merci donc à eux, du fond du cœur, d'avoir trouvé les mots qu'il fallait pour m'empêcher de chercher d'autres occupations.

Merci à Christian, qui, à chacune de mes interrogations, plongeait aussitôt dans sa bibliothèque technique pour essayer de trouver une réponse, quand il ne l'avait pas déjà en tête.

Merci à Jeremy, Emmanuel et Ludovic (société Imprelec), qui m'ont bien dépanné pour la réalisation de circuits imprimés de dernière minute.

Merci à ma femme Armelle et à mes quatre enfants, qui ont supporté sans broncher les nombreuses heures consacrées à cet ouvrage, heures qui évidemment n'ont pu leur être consacrées.