

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 147-2 J

1978

Neuvième complément à la Publication 147-2 (1963)

**Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs
à semiconducteurs et principes généraux des méthodes de mesure**

Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure

Chapitre VII: Circuits intégrés analogiques

Ninth supplement to Publication 147-2 (1963)

**Essential ratings and characteristics of semiconductor devices
and general principles of measuring methods**

Part 2: General principles of measuring methods

Chapter VII: Analogue integrated circuits



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici ou dans la Publication 147-0 de la CEI des termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux pour les dispositifs à semi-conducteurs et les microcircuits intégrés font l'objet de la Publication 148 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein or in IEC Publication 147-0.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

The letter symbols for semiconductor devices and integrated microcircuits are contained in IEC Publication 148.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 147-2 J

1978

Neuvième complément à la Publication 147-2 (1963)

**Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs
à semiconducteurs et principes généraux des méthodes de mesure**

Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure

Chapitre VII: Circuits intégrés analogiques

Ninth supplement to Publication 147-2 (1963)

**Essential ratings and characteristics of semiconductor devices
and general principles of measuring methods**

Part 2: General principles of measuring methods

Chapter VII: Analogue integrated circuits

Descripteurs: circuits intégrés analogiques,
méthodes de mesure,
régulateurs de tension,
amplificateurs.

Descriptors: analogue integrated circuits,
methods of measurement,
voltage regulator,
amplifiers.



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages	Numéro de la méthode de mesure *
PRÉAMBULE	14	
PRÉFACE	14	
 CHAPITRE VI: CIRCUITS INTÉGRÉS DIGITAUX <i>A l'étude</i> CHAPITRE VII: CIRCUITS INTÉGRÉS ANALOGIQUES SECTION UN — AMPLIFICATEURS LINÉAIRES INTÉGRÉS (Y COMPRIS LES AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS)		
Articles		
1. Introduction	18	
1.1 Généralités	18	
1.2 Précautions générales	20	
1.3 Exigences concernant l'amplificateur supplémentaire A (amplificateur de zéro) et les composants associés	20	
2. Courants des alimentations	24	22
3. Impédance d'entrée en petits signaux	24	23
3.1 Méthode a	24	
3.2 Méthode b (applicable seulement aux amplificateurs à entrées différentielles)	30	
4. Impédance de sortie	34	24
4.1 Méthode a	34	
4.2 Méthode b (applicable seulement aux amplificateurs à entrées différentielles à une seule sortie) à l'étude	38	
5. Tension de décalage à l'entrée d'un amplificateur linéaire intégré à entrées différentielles et tension de polarisation d'un amplificateur linéaire intégré à une seule entrée	38	25, 26
5.1 Méthode a	38	
5.2 Méthode b (applicable aux amplificateurs linéaires à entrées différentielles seulement)	42	
6. Courant de décalage à l'entrée	46	27
6.1 Méthode a	46	
6.2 Méthode b	50	
7. Courant de polarisation à l'entrée	52	28
7.1 Méthode a	52	
7.2 Méthode b (applicable seulement aux amplificateurs à entrées différentielles)	56	
8. Coefficient de température de la tension de décalage à l'entrée	60	29
9. Coefficient de température du courant de décalage à l'entrée	62	30
10. Amplification en tension en boucle ouverte	62	31
10.1 Méthode a	62	
10.2 Méthode b (applicable seulement aux amplificateurs linéaires à entrées différentielles)	64	
11. Fréquence(s) de coupure	68	32
12. Taux de réjection en mode commun	70	33
12.1 Méthode a (mesure en alternatif)	70	
12.2 Méthode b (mesure en continu)	72	
13. Taux de réjection des alimentations	76	34
13.1 Méthode a	76	
13.2 Méthode b	78	
14. Dynamique de sortie (mesure en courant continu seulement) pour les amplificateurs différentiels	82	35
15. Temps de réponse	86	39

* Voir les annexes au sommaire.

CONTENTS

	Page	Number of measuring method *
FOREWORD	15	
PREFACE	15	
 CHAPTER VI: DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS <i>Under consideration</i> 		
CHAPTER VII: ANALOGUE INTEGRATED CIRCUITS		
SECTION ONE — INTEGRATED LINEAR AMPLIFIERS (INCLUDING OPERATIONAL AMPLIFIERS)		
Clause		
1. Introduction	19	
1.1 General	19	
1.2 General precautions	21	
1.3 Requirements for the additional amplifier A (null amplifier) and associated components	21	
2. Power supply currents	25	22
3. Small-signal input impedance	25	23
3.1 Method a	25	
3.2 Method b (applicable only to differential input amplifiers)	31	
4. Output impedance	35	24
4.1 Method a	35	
4.2 Method b (applicable only to differential input amplifiers, with single-ended output) under consideration	39	
5. Input offset voltage of a differential input integrated linear amplifier and bias voltage of a single-ended input integrated linear amplifier	39	25, 26
5.1 Method a	39	
5.2 Method b (applicable only to differential input linear amplifiers)	43	
6. Input offset current	47	27
6.1 Method a	47	
6.2 Method b	51	
7. Input bias current	53	28
7.1 Method a	53	
7.2 Method b (applicable only to differential input amplifiers)	57	
8. Input offset voltage temperature coefficient	61	29
9. Input offset current temperature coefficient	63	30
10. Open loop voltage amplification	63	31
10.1 Method a	63	
10.2 Method b (applicable only to differential input linear amplifiers)	65	
11. Cut-off frequency (frequencies)	69	32
12. Common-mode rejection ratio	71	33
12.1 Method a (a.c. measurement)	71	
12.2 Method b (d.c. measurement)	73	
13. Supply voltage rejection ratio	77	34
13.1 Method a	77	
13.2 Method b	79	
14. Output voltage range (d.c. measurement only) for differential amplifiers	83	35
15. Response times	87	39

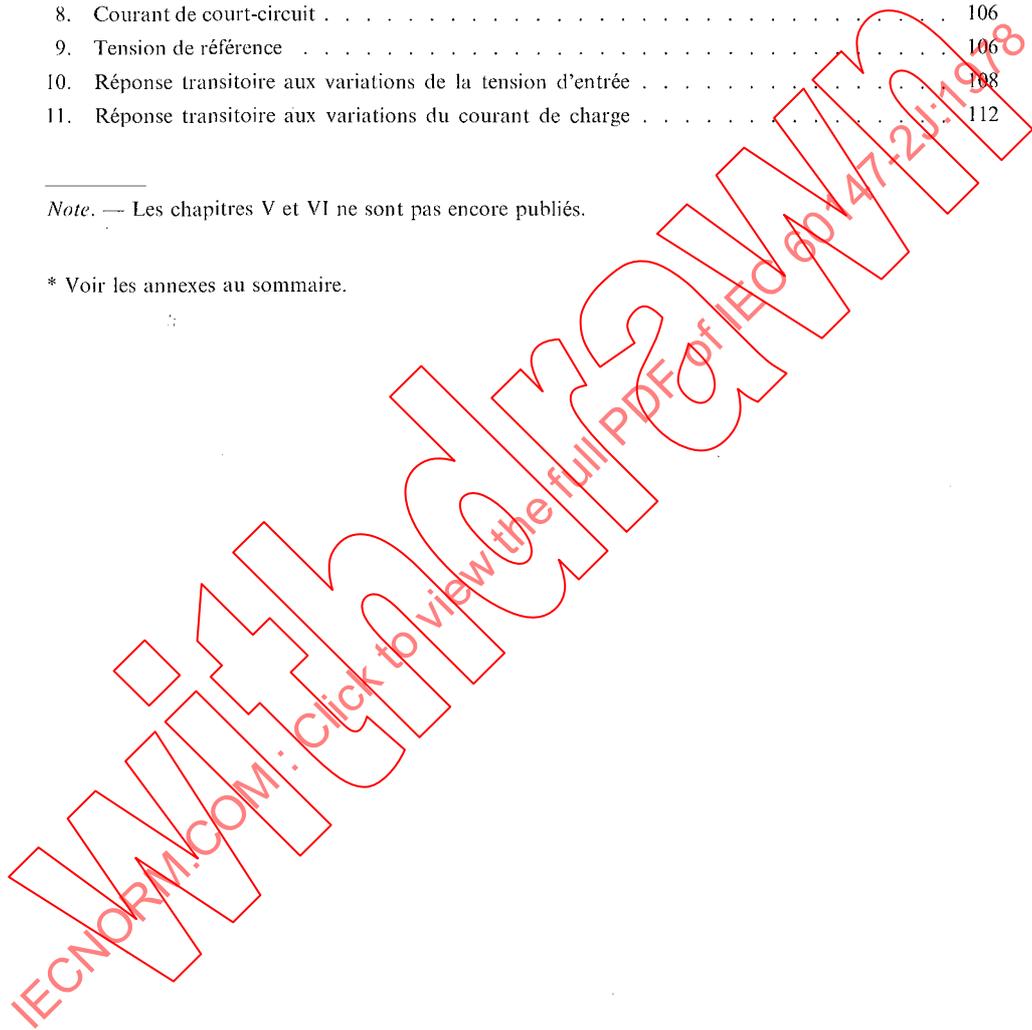
* See Appendices to Contents.

SECTION DEUX — RÉGULATEURS DE TENSION, À L'EXCLUSION DES DISPOSITIFS
À DEUX BORNES (DIPÔLES)

Articles	Pages	Numéro de la méthode de mesure *
1. Précautions générales	92	
2. Coefficient de régulation en fonction de la tension d'entrée et coefficient de stabilisation en fonction de la tension d'entrée	92	12
3. Taux de réjection de l'ondulation résiduelle de la tension d'entrée	96	13
4. Coefficient de régulation en fonction de la charge et coefficient de stabilisation en fonction de la charge	98	14
5. Tension de bruit en sortie	100	15
6. Coefficient de température de la tension réglée de sortie	102	16
7. Courant de polarisation intrinsèque	104	17
8. Courant de court-circuit	106	18
9. Tension de référence	106	19
10. Réponse transitoire aux variations de la tension d'entrée	108	20
11. Réponse transitoire aux variations du courant de charge	112	21

Note. — Les chapitres V et VI ne sont pas encore publiés.

* Voir les annexes au sommaire.



SECTION TWO — VOLTAGE REGULATORS, EXCLUDING
TWO-TERMINAL (SINGLE-PORT) DEVICES

Clause	Page	Number of measuring method *
1. General precautions	93	
2. Input regulation coefficient and input stabilization coefficient	93	12
3. Ripple rejection ratio	97	13
4. Load regulation coefficient and load stabilization coefficient	99	14
5. Output noise voltage	101	15
6. Temperature coefficient of regulated output voltage	103	16
7. Stand-by current (quiescent current)	105	17
8. Short-circuit current	107	18
9. Reference voltage	107	19
10. Transient response to changes of input voltage	109	20
11. Transient response to changes of load current	113	21

Note. — Chapters V and VI are not yet published.

* See Appendices to Contents.



ANNEXE I

NUMÉROTATION DES MÉTHODES DE MESURE (voir notes)

N°	Caractéristiques à mesurer
1	Courant total extrait des alimentations (fonctionnement dynamique)
2	Puissance fournie à travers une ligne d'horloge
3	Temps de propagation
4	Temps de délai
5	Temps de transition
6	Capacités d'entrée et de sortie pour un fonctionnement en grands signaux
7	Temps de propagation (circuits MOS)
8	Temps d'établissement
9	Temps de maintien
10	Fréquence de commutation
11	Capacités d'entrée et de sortie, résistances d'entrée et de sortie équivalentes
12	Coefficient de régulation en fonction de la tension d'entrée et coefficient de stabilisation en fonction de la tension d'entrée
13	Taux de réjection de l'ondulation résiduelle de la tension d'entrée
14	Coefficient de régulation en fonction de la charge et coefficient de stabilisation en fonction de la charge
15	Tension de bruit en sortie
16	Coefficient de température de la tension régulée de sortie
17	Courant de polarisation intrinsèque
18	Courant de court-circuit
19	Tension de référence
20	Réponse transitoire aux variations de la tension d'entrée
21	Réponse transitoire aux variations du courant de charge
22	Courants des alimentations
23	Impédance d'entrée (mesure en petits signaux)
24	Impédance de sortie
25	Tension de décalage à l'entrée
26	Tension de polarisation
27	Courant de décalage à l'entrée
28	Courant de polarisation à l'entrée
29	Coefficient de température de la tension de décalage à l'entrée
30	Coefficient de température du courant de décalage à l'entrée
31	Amplification en tension en boucle ouverte
32	Fréquence(s) de coupure
33	Taux de réjection en mode commun
34	Taux de réjection des alimentations
35	Dynamique de sortie
36	Temps de résolution
37	Tensions de sortie (V_{OL} , V_{OH})
38	Courants d'entrée (I_{IL} , I_{IH})
39	Temps de réponse (temps de délai, temps de transition, temps de vacillement, temps de réponse total)

Notes 1. — Toutes les méthodes de mesure pour les circuits intégrés sont numérotées dans l'ordre où elles apparaissent à la CEI, qu'elles soient relatives aux circuits intégrés digitaux, analogiques ou d'interface. Les numéros sont reproduits dans les matrices (voir annexes II, III et IV) qui indiquent à quels types de circuits ces méthodes s'appliquent. De plus, à la gauche des matrices, on indique les publications où sont décrites les méthodes de mesure (cela est particulièrement important pour les circuits d'interface). La liste des numéros et les matrices devront être remises à jour à chaque révision des publications sur les méthodes de mesure des circuits intégrés.

2. — Le numéro de chaque méthode de mesure est reproduit dans un rectangle, aussitôt après le titre de la méthode de mesure correspondante.

APPENDIX I

NUMBERING OF MEASURING METHODS (see notes)

No.	Characteristics to be measured
1	Total current drawn from the power supplies under dynamic conditions
2	Power supplied through the clock line
3	Propagation times
4	Delay times
5	Transition times
6	Input and output capacitances for large signal operation
7	Propagation times (MOS)
8	Set-up times
9	Hold times
10	Switching frequency
11	Equivalent input/output capacitances/resistances
12	Input regulation/stabilization coefficients
13	Ripple rejection ratio
14	Load regulation/stabilization coefficient
15	Output noise voltage
16	Temperature coefficient of regulated output voltage
17	Stand-by (quiescent) current
18	Short-circuit currents
19	Reference voltage
20	Transient response to changes of input voltage
21	Transient response to changes of load current
22	Power supply currents
23	Small-signal input impedance
24	Output impedance
25	Input offset voltage
26	Bias voltage
27	Input offset current
28	Input bias current
29	Input offset voltage temperature coefficient
30	Input offset current temperature coefficient
31	Open-loop voltage amplification
32	Cut-off frequency (frequencies)
33	Common-mode rejection ratio
34	Supply voltage rejection ratio
35	Output voltage range
36	Resolution time
37	Output voltages (V_{OL} , V_{OH})
38	Input currents (I_{IL} , I_{IH})
39	Response times (delay time, slope time, ripple time, total response time)

Notes 1. — All measuring methods for integrated circuits are numbered in the sequence they become known in the IEC, no matter whether they belong to digital, analogue or interface integrated circuits. The numbers recur in the matrices (see Appendices II, III and IV) which show the measuring methods applicable to the individual kinds of circuits. In addition, on the left margins of the matrices, the publications are stated where the measuring methods are described (particularly important for interface circuits). Numbering list and matrices will be updated with each subsequent revision of the publications on measuring methods for integrated circuits.

2. — The number of each measuring method is reproduced in a "box", after the title of the relevant measuring method.

ANNEXE II
MÉTHODES DE MESURE POUR CIRCUITS DIGITAUX

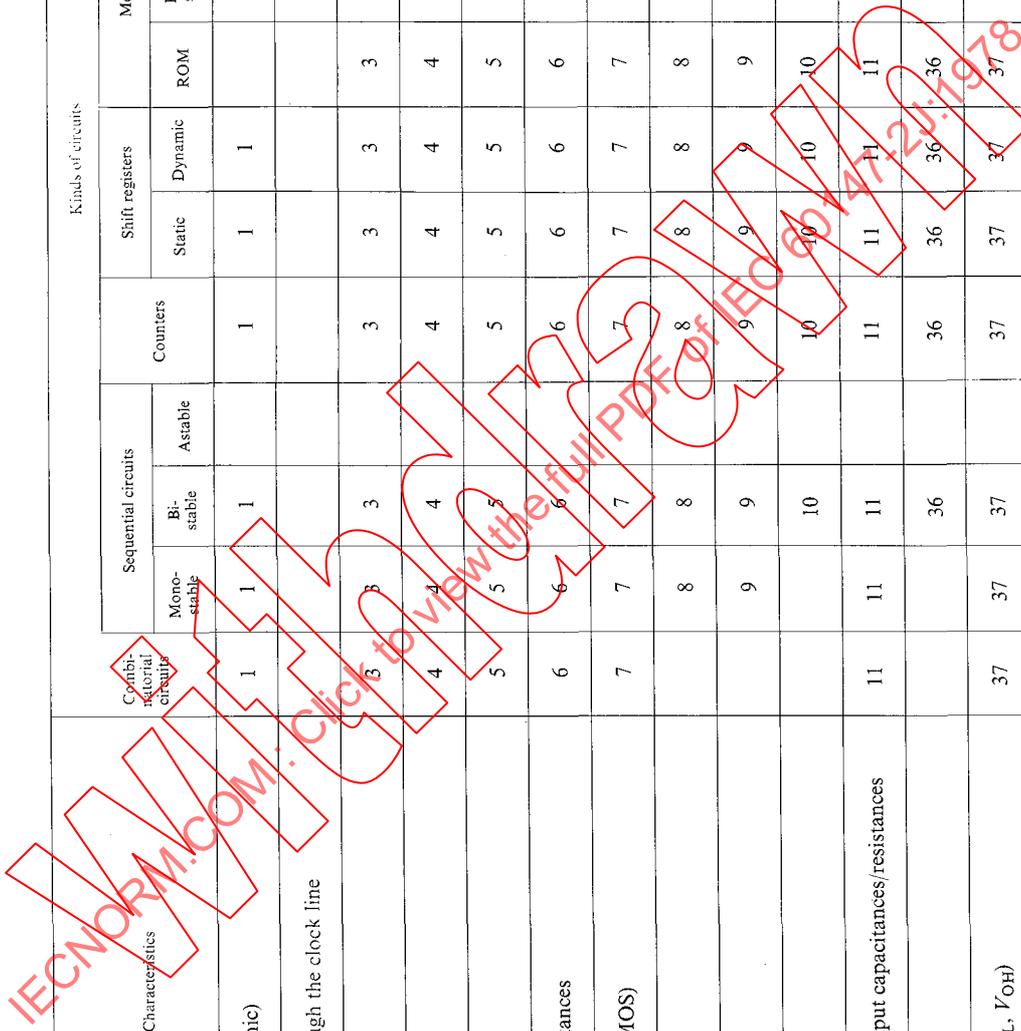
Publ. N°	Caractéristiques	Types de circuits																					
		Circuits combinatoires		Circuits séquentiels		Compteurs	Registres à décalage		Mémoires			Microprocesseurs											
		Multiplexeurs	Bi-stables	Monostables	Astables		Statiques	Dynamiques	ROM	RAM statiques	RAM dynam.												
	Courant total (fonctionnement dynamique)	1	1	1	1	1	1	1															
	Puissance fournie à travers une ligne d'horloge																						
	Temps de propagation	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Temps de délai	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Temps de transition	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Capacités d'entrée et de sortie	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Temps de propagation (circuits MOS)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Temps d'établissement		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Temps de maintien		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Fréquence de commutation																						
	Capacités d'entrée et de sortie } équivalentes Résistances d'entrée et de sortie }	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Temps de résolution																						
	Tensions de sortie (V_{OL} , V_{OH})	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Courants d'entrée (I_{IL} , I_{IH})	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38



APPENDIX II

MEASURING METHODS FOR DIGITAL CIRCUITS

Publ. No.	Characteristics	Kinds of circuits																				
		Combinatorial circuits	Sequential circuits			Counters	Shift registers		Memories			Microprocessors										
			Mono-stable	Bi-stable	Astable		Static	Dynamic	ROM	RAM static	RAM dynamic											
	Total current (dynamic)	1	1	1	1																	
	Power supplied through the clock line																					
	Propagation times	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Delay times	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Transition times	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Input/Output capacitances	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	Propagation times (MOS)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
	Set-up times		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	Hold times		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	Switching frequency				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Equivalent input/output capacitances/resistances	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	Resolution times				36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
	Output voltages (V_{OL} , V_{OH})	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
	Input currents (I_{IL} , I_{IH})	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38	38



ANNEXE III

MÉTHODES DE MESURE POUR CIRCUITS ANALOGIQUES

Publ. N°	Caractéristiques	Types de circuits							
		Amplificateurs			Régulateurs de tension	Modulateurs, démodulateurs	Multiplificateurs	Circuits échantillonneurs bloquants	Circuits à verrouillage de phase
		Amplis opérationnels	Amplis audio	Amplis RF/FI					
147-2J	Coefficient de régulation (stabilisation)/entrée				12				
147-2J	Taux de réjection de l'ondulation résiduelle de la tension d'entrée				13				
147-2J	Coefficient de régulation (stabilisation)/charge				14				
147-2J	Tension de bruit en sortie				15				
147-2J	Coefficient de température de la tension réglée de sortie				16				
147-2J	Courant de polarisation intrinsèque				17				
147-2J	Courant de court-circuit				18				
147-2J	Tension de référence				19				
147-2J	Réponse transitoire aux variations de la tension d'entrée				20				
147-2J	Réponse transitoire aux variations du courant de charge				21				
147-2J	Courants des alimentations	22	22	22					22
147-2J	Impédance d'entrée (en petits signaux)	23	23	23					
147-2J	Impédance de sortie	24	24	24					
147-2J	Tension de décalage à l'entrée	25	25	25					
147-2J	Tension de polarisation	26	26	26					
147-2J	Courant de décalage à l'entrée	27	27	27					
147-2J	Courant de polarisation à l'entrée	28	28	28					
147-2J	Coefficient de température de la tension de décalage à l'entrée	29	29	29					
147-2J	Coefficient de température du courant de décalage à l'entrée	30	30	30					
147-2J	Amplification en tension en boucle ouverte	31	31	31					
147-2J	Fréquence de coupure	32	32	32					
147-2J	Taux de réjection en mode commun	33	33	33					
147-2J	Taux de réjection dû aux alimentations	34	34	34					
147-2J	Dynamique de sortie	35	35	35					
147-2J	Temps de réponse	39	39	39					



APPENDIX III
MEASURING METHODS FOR ANALOGUE CIRCUITS

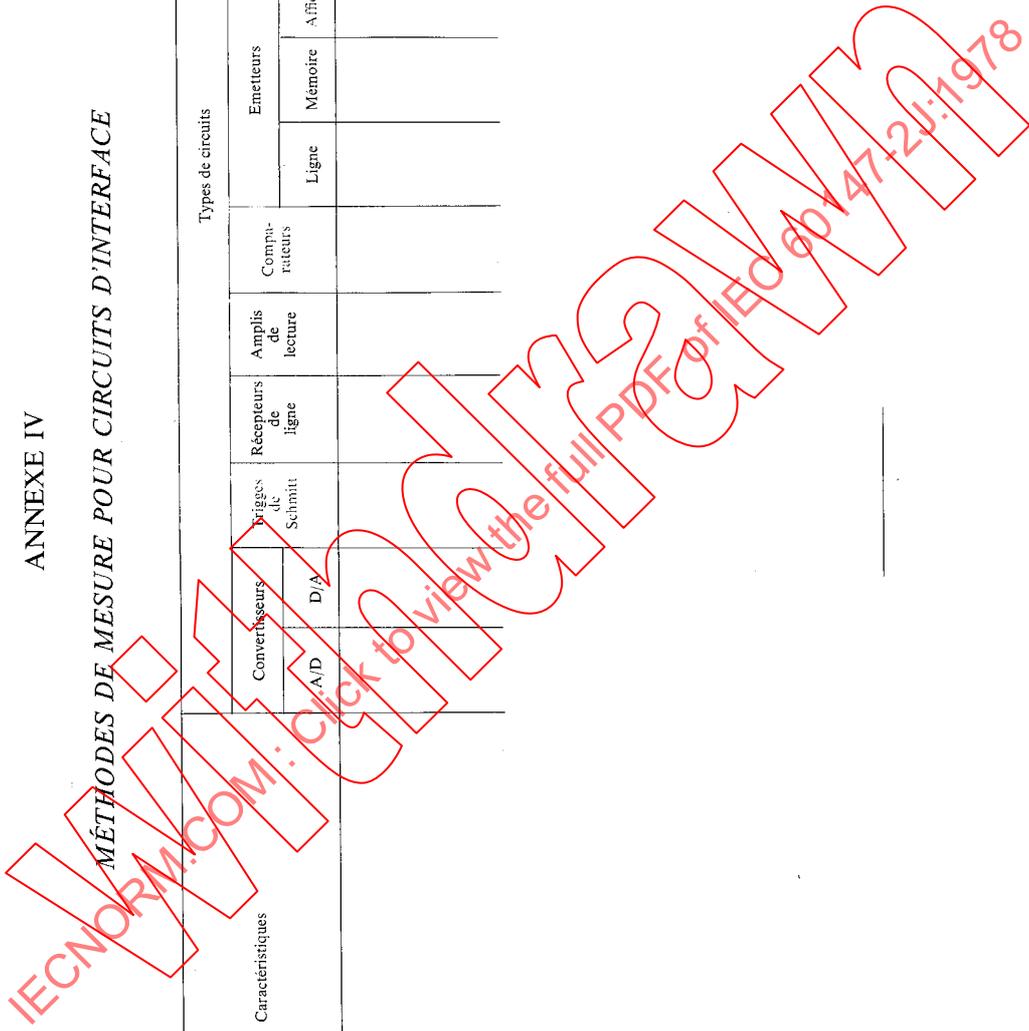
Publ. No.	Characteristics	Kinds of circuits								
		Amplifiers			Voltage regulators	Modulators, demodulators	Multipliers	Sample and hold-circuits	Phase locked loop-circuits	
		Operational amplifiers	Audio amplifiers	RF/IF amplifiers						
147-2J	Input regulation/stabilization coefficient				12					
147-2J	Ripple rejection ratio				13					
147-2J	Load regulation/stabilization coefficient				14					
147-2J	Output noise voltage				15					
147-2J	Temperature coefficient of regulated output voltage				16					
147-2J	Stand-by (quiescent) current				17					
147-2J	Short-circuit current				18					
147-2J	Reference voltage				19					
147-2J	Transient response to changes of input voltage				20					
147-2J	Transient response to changes of load current				21					
147-2J	Power supply currents	22	22	22						
147-2J	Small-signal input impedance	23	23	23						
147-2J	Output impedance	24	24	24						
147-2J	Input offset voltage	25	25	25						
147-2J	Bias voltage	26	26	26						
147-2J	Input offset current	27	27	27						
147-2J	Input bias current	28	28	28						
147-2J	Input offset voltage temperature coefficient	29	29	29						
147-2J	Input offset current temperature coefficient	30	30	30						
147-2J	Open-loop voltage amplification	31	31	31						
147-2J	Cut-off frequency	32	32	32						
147-2J	Common-mode rejection ratio	33	33	33						
147-2J	Supply voltage rejection ratio	34	34	34						
147-2J	Output voltage range	35	35	35						
147-2J	Response times	39	39	39						



ANNEXE IV
MÉTHODES DE MESURE POUR CIRCUITS D'INTERFACE

Publ. N°	Caractéristiques	Types de circuits																		
		Convertisseurs		Trigons de Schmitt	Récepteurs de ligne	Amplis de lecture	Compu- rateurs	Emetteurs												
		A/D	D/A					Ligne	Mémoire	Afficheur										

A l'étude



APPENDIX IV

MEASURING METHODS FOR INTERFACE CIRCUITS

Publ. No.	Characteristics	Kinds of circuits																		
		Converters		Schmitt triggers	Line receivers	Sense amplifiers	Compa-rators	Drivers												
		Analogue to digital	Digital to analogue					Line drivers	Memory drivers	Display drivers										

Under consideration



COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Neuvième complément à la Publication 147-2 (1963)
VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES
DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX
DES MÉTHODES DE MESURE

Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure
Chapitre VII: Circuits intégrés analogiques

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité 47A: Circuits intégrés, du Comité d'Etudes N° 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs et circuits intégrés.

Elle constitue le neuvième complément à la deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure, de la Publication 147-2 de la CEI.

Ce complément traite des circuits intégrés analogiques.

La section sur les amplificateurs linéaires (y compris les amplificateurs opérationnels) résulte des travaux qui ont débuté à Leningrad (1969) et se sont poursuivis à Monte-Carlo (1970), à Stockholm (1971) et à Munich (1973). Un projet, document 47A(Bureau Central)57, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1975.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette section:

Allemagne	Israël	Suède
Australie	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Canada	Pays-Bas	Turquie
Danemark	Pologne	Union des Républiques
Espagne	Roumanie	Socialistes Soviétiques
France	Royaume-Uni	

Une note restrictive au paragraphe 10.1, document 47A(Bureau Central)77, fut soumise à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en août 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette note:

Allemagne	Danemark	Pologne
Argentine	Espagne	Roumanie
Australie	Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
Belgique	Finlande	Suède
Canada	Japon	Suisse
Chine	Pays-Bas	Turquie

Le Comité national italien a voté contre la publication de cette note.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

Ninth supplement to Publication 147-2 (1963)

ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS

Part 2: General principles of measuring methods

Chapter VII: Analogue integrated circuits

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This publication has been prepared by Sub-Committee 47A, Integrated Circuits, of IEC Technical Committee No. 47, Semiconductor Devices and Integrated Circuits.

It constitutes the ninth supplement to Part 2, General Principles of Measuring Methods, of IEC Publication 147-2.

This supplement deals with analogue integrated circuits.

The section on linear amplifiers (including operational amplifiers) results from the work started in Leningrad (1969) and continued in Monte-Carlo (1970), Stockholm (1971) and Munich (1973). A draft, Document 47A(Central Office)57, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this section:

Australia	Israel	Sweden
Belgium	Italy	Switzerland
Canada	Japan	Turkey
Czechoslovakia	Netherlands	Union of Soviet
Denmark	Poland	Socialist Republics
France	Romania	United Kingdom
Germany	Spain	

A restrictive note to Sub-clause 10.1, Document 47A(Central Office)77, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in August 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this note:

Argentina	Finland	Spain
Australia	Germany	Sweden
Belgium	Japan	Switzerland
Canada	Netherlands	Turkey
China	Poland	United Kingdom
Denmark	Romania	United States of America

The Italian National Committee voted against publication of this note.

L'article 15 résulte des travaux qui ont débuté à Munich (1973) et se sont poursuivis à La Haye (1974) et à Tokyo (1975). Un projet, document 47A(Bureau Central)70, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cet article:

Allemagne	Egypte	Pologne
Argentine	Espagne	Roumanie
Australie	Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
Belgique	Finlande	Suède
Canada	France	Suisse
Chine	Japon	Turquie
Danemark	Pays-Bas	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

La section sur les régulateurs de tension résulte de travaux qui ont débuté à Stockholm (1971) et se sont poursuivis à Munich (1973) et à La Haye (1974). Un projet, document 47A(Bureau Central)56, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1975.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette section:

Allemagne	Israël	Suède
Australie	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Canada	Pays-Bas	Turquie
Danemark	Pologne	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Espagne	Roumanie	
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni	

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60142:1978

Clause 15 results from the work started in Munich (1973) and continued in The Hague (1974) and Tokyo (1975). A draft, Document 47A(Central Office)70, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this clause:

Argentina	France	Switzerland
Australia	Germany	Turkey
Belgium	Japan	Union of Soviet
Canada	Netherlands	Socialist Republics
China	Poland	United Kingdom
Denmark	Romania	United States
Egypt	Spain	of America
Finland	Sweden	

The section on voltage regulators results from the work started in Stockholm (1971) and continued in Munich (1973) and The Hague (1974). A draft, Document 47A(Central Office)56, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this section:

Australia	Italy	Switzerland
Belgium	Japan	Turkey
Canada	Netherlands	Union of Soviet
Czechoslovakia	Poland	Socialist Republics
Denmark	Romania	United Kingdom
Germany	Spain	United States
Israel	Sweden	of America

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IECNORM 47:1978

Neuvième complément à la Publication 147-2 (1963)

**VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES
DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX
DES MÉTHODES DE MESURE**

Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure

CHAPITRE VI: CIRCUITS INTÉGRÉS DIGITAUX

A l'étude

CHAPITRE VII: CIRCUITS INTÉGRÉS ANALOGIQUES

**SECTION UN — AMPLIFICATEURS LINÉAIRES INTÉGRÉS
(Y COMPRIS LES AMPLIFICATEURS OPÉRATIONNELS)**

1. Introduction

1.1 Généralités

Les méthodes de mesure suivantes sont considérées comme des méthodes générales applicables à la plupart des amplificateurs linéaires intégrés, comprenant les amplificateurs opérationnels.

Pour de nombreuses caractéristiques, deux méthodes de mesure différentes sont indiquées. Il faut noter que ces méthodes ne peuvent pas être directement équivalentes parce que :

- a) elles peuvent s'appliquer à des types d'amplificateurs différents (par exemple du type à une seule entrée ou à entrées différentielles); ou bien :
- b) elles ne permettent pas de mesurer une caractéristique dans les mêmes conditions (par exemple: méthode en alternatif ou méthode en continu).

En outre, certaines méthodes (en général appelées «méthodes a») conviennent comme méthodes de laboratoire, tandis que d'autres (en général appelées «méthode b») sont particulièrement destinées aux équipements de mesure automatique. Dans cette dernière catégorie, les méthodes suivantes peuvent être regroupées en une suite d'essais utilisant le même circuit de base :

- résistance différentielle d'entrée (méthode 3.2b);
- tension de décalage à l'entrée d'un amplificateur à entrées différentielles (méthode 5.2b);
- courant de décalage à l'entrée d'un amplificateur à entrées différentielles (méthode 6.2b);
- courant de polarisation à l'entrée d'un amplificateur à entrées différentielles (méthode 7.2b);
- amplification en tension (en continu) d'un amplificateur à entrées différentielles (méthode 10.2b);
- valeur en continu du taux de réjection en mode commun d'un amplificateur à entrées différentielles (méthode 12.2b);
- taux de réjection des alimentations (pour une ou plusieurs sources d'alimentation) (méthode 13.2b);
- dynamique de sortie (pour un amplificateur à entrées différentielles) (méthode 14).

Ninth supplement to Publication 147-2 (1963)

**ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR
DEVICES AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS**

Part 2: General principles of measuring methods

CHAPTER VI: DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS

Under consideration

CHAPTER VII: ANALOGUE INTEGRATED CIRCUITS

**SECTION ONE — INTEGRATED LINEAR AMPLIFIERS
(INCLUDING OPERATIONAL AMPLIFIERS)**

1. Introduction

1.1 General

The following methods of measurement are intended as general methods applicable to most types of integrated linear amplifiers, including operational amplifiers.

For many characteristics, two different methods of measurement are given. It should be noted that these methods may not be directly equivalent, in that either:

- a*) they may be applicable to different types of amplifiers (e.g. single-ended or differential input types); or:
- b*) they may not measure a characteristic under the same conditions (e.g. a.c. method only or d.c. method only).

Furthermore, some methods (usually labelled as “method a”) are suitable as laboratory methods, whilst others (usually labelled as “method b”) are those particularly suited to be used in automatic test equipment. In the latter context, it should be noted that the following methods can be grouped together as forming a sequence of tests using basically a fixed measurement set-up:

- differential input resistance (method 3.2*b*);
- input offset voltage of a differential input amplifier (method 5.2*b*);
- input offset current of a differential input amplifier (method 6.2*b*);
- input bias current of a differential input amplifier (method 7.2*b*);
- d.c. voltage amplification of a differential input amplifier (method 10.2*b*);
- d.c. value of common-mode rejection ratio of a differential input amplifier (method 12.2*b*);
- supply-voltage rejection ratio (for one or more supplies) (method 13.2*b*);
- output voltage range (for a differential input amplifier) (method 14).

Cet ensemble de méthodes nécessite l'utilisation d'un amplificateur supplémentaire (appelé A dans cette norme) dont les exigences sont indiquées au paragraphe 1.3.

De plus, cet ensemble de méthodes nécessite généralement de calculer les caractéristiques à mesurer.

La liste des méthodes de mesure n'est pas complète et pourra être complétée ultérieurement.

Dans certaines mesures (par exemple: «tension de décalage» et «courant de décalage»), les caractéristiques spécifiées impliquent que la mesure est effectuée à l'entrée de l'amplificateur. Les méthodes utilisent actuellement des mesures faites à la sortie et profitent du gain de l'amplificateur pour réduire l'effet de l'impédance au point de mesure.

1.2 Précautions générales

1. On doit veiller à ce qu'il ne se produise pas d'oscillations parasites pendant les mesures.
2. On doit brancher tout circuit auxiliaire ou de stabilisation spécifié par le fabricant.
3. Toutes les sources d'alimentation doivent avoir une impédance pratiquement nulle pour les fréquences des signaux utilisés lors des mesures.
4. Quand la mesure doit être faite en petits signaux dans la partie linéaire de la caractéristique du circuit intégré, les signaux alternatifs utilisés devront être tels qu'une diminution progressive de leur amplitude ne produise pas, dans la valeur du paramètre obtenue, de changement incompatible avec la précision désirée.
5. Sauf spécification contraire, la température ambiante ou celle d'un point de référence doit être comprise dans un intervalle de $\pm 2^\circ\text{C}$ autour de la valeur spécifiée durant toutes les mesures.
6. Lorsqu'on connecte un circuit intégré au circuit de mesure ou qu'on le déconnecte, on doit veiller à ne pas dépasser les conditions limites d'utilisation pendant ces opérations.
7. Si c'est exigé, les alimentations doivent être appliquées suivant la séquence correcte.
8. Lorsqu'on effectue des mesures en continu, il est possible que certains paramètres varient sous l'influence de conditions d'environnement, en particulier la température. Lorsque plusieurs mesures en continu doivent être faites afin de déterminer la valeur d'une caractéristique, l'intervalle de temps entre ces mesures doit être aussi court que possible.

1.3 Exigences concernant l'amplificateur supplémentaire A (amplificateur de zéro) et les composants associés

L'ensemble des méthodes de mesure effectuées par l'équipement de mesure automatique nécessite, outre l'amplificateur à mesurer, un amplificateur supplémentaire à entrées différentielles A utilisé en boucle fermée; cet ensemble est indiqué par le schéma synoptique de la figure 1, page 22. Cet amplificateur A avec ses composants associés constitue un «amplificateur de zéro».

Les caractéristiques des composants du circuit de base situés à l'intérieur des lignes pointillés sont les suivantes:

Amplificateur A

Il doit avoir, de préférence, des caractéristiques semblables à celles de l'amplificateur à mesurer, et en particulier:

- une amplification en boucle ouverte supérieure à 60 dB;
- une dynamique de sortie convenable;
- une gamme de tensions d'entrée en mode commun convenable pour la tension de sortie du circuit intégré à mesurer.

This group of methods requires the use of an additional amplifier (labelled A in this standard), the requirements of which are given in Sub-clause 1.3.

Furthermore, this group of methods usually requires the characteristics being measured to be obtained by calculation.

The list of measurement methods is not intended to be complete, and may be extended in the future.

In certain measurements (e.g. “offset voltage” and “offset current”), the specified characteristics imply measurement at the input of the amplifier. The methods actually use measurements made at the output in order to use the gain of the amplifier to reduce the effect of impedance on the measurement point.

1.2 General precautions

1. Care should be taken during all measurements to ascertain that no parasitic oscillations occur.
2. Any auxiliary or stabilizing circuits specified by the manufacturer shall be connected.
3. All power supplies should have essentially zero impedance at the signal frequencies used in the measurements.
4. When the measurement is to be made under small-signal conditions on a linear part of the integrated circuit's characteristic, the a.c. signals employed should be such that a progressive decrease in their amplitudes results in negligible changes in the parameter values within the desired accuracy.
5. Unless otherwise stated, the ambient or reference point temperature should be within $\pm 2^{\circ}\text{C}$ of the specified value during all measurements.
6. When the integrated circuit is connected to or disconnected from the measurement circuit, care must be taken to ensure that the limiting conditions of use are not exceeded during such operations.
7. Where required, the supply voltages must be switched on in the correct sequence.
8. In making d.c. measurements, it is possible that some parameters may change under the influence of the environmental conditions, particularly temperature. Where several d.c. measurements are to be made in order to determine the value of a characteristic, the time interval between such measurements should be as short as possible.

1.3 Requirements for the additional amplifier A (null amplifier) and associated components

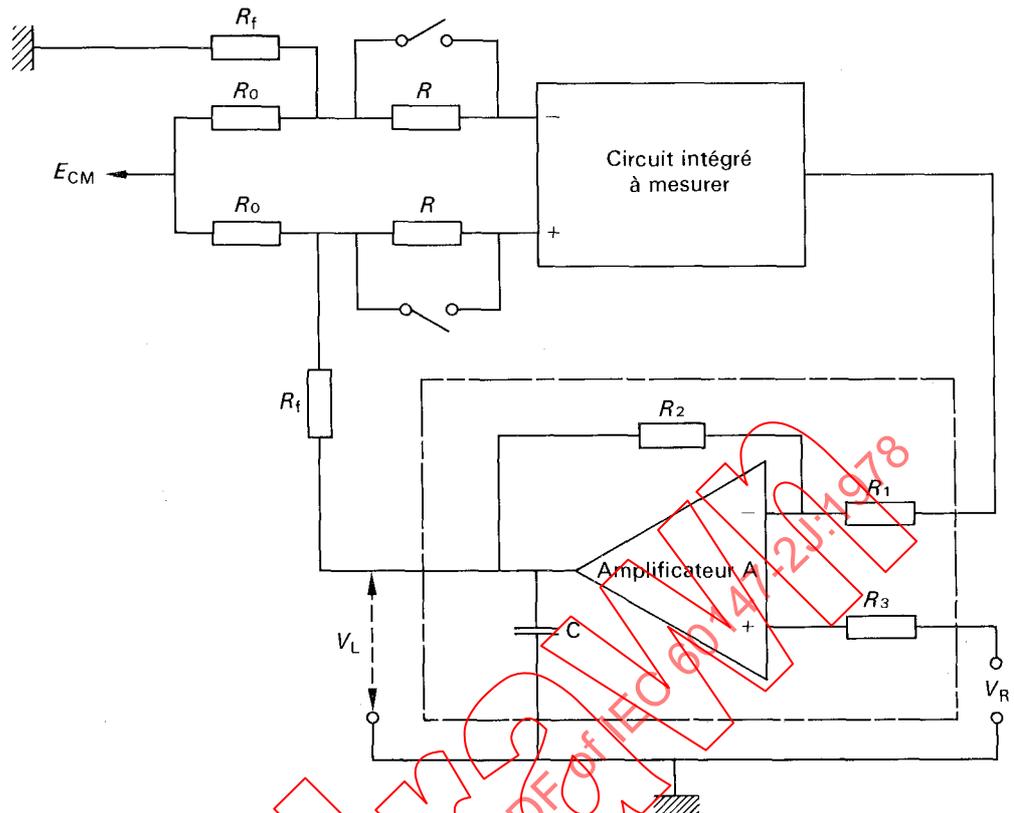
The group of methods suitable for automatic testing use the amplifier under measurement and an additional differential input amplifier A in a closed loop arrangement, shown in block form in Figure 1, page 23. This amplifier A together with its associated components constitutes a “null amplifier”.

The required characteristics for the components of the basic circuit within the dotted lines are as follows:

Amplifier A

It should preferably have characteristics similar to those of the amplifier under measurement, but particularly:

- an open-loop amplification greater than 60 dB;
- an adequate output voltage swing;
- an adequate common-mode input voltage range for the output voltage of the integrated circuit under measurement.



E_{CM} = source de tension en mode commun

V_R = tension de référence.

$$R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

FIG. 1. — Schéma synoptique de base pour la mesure automatique.

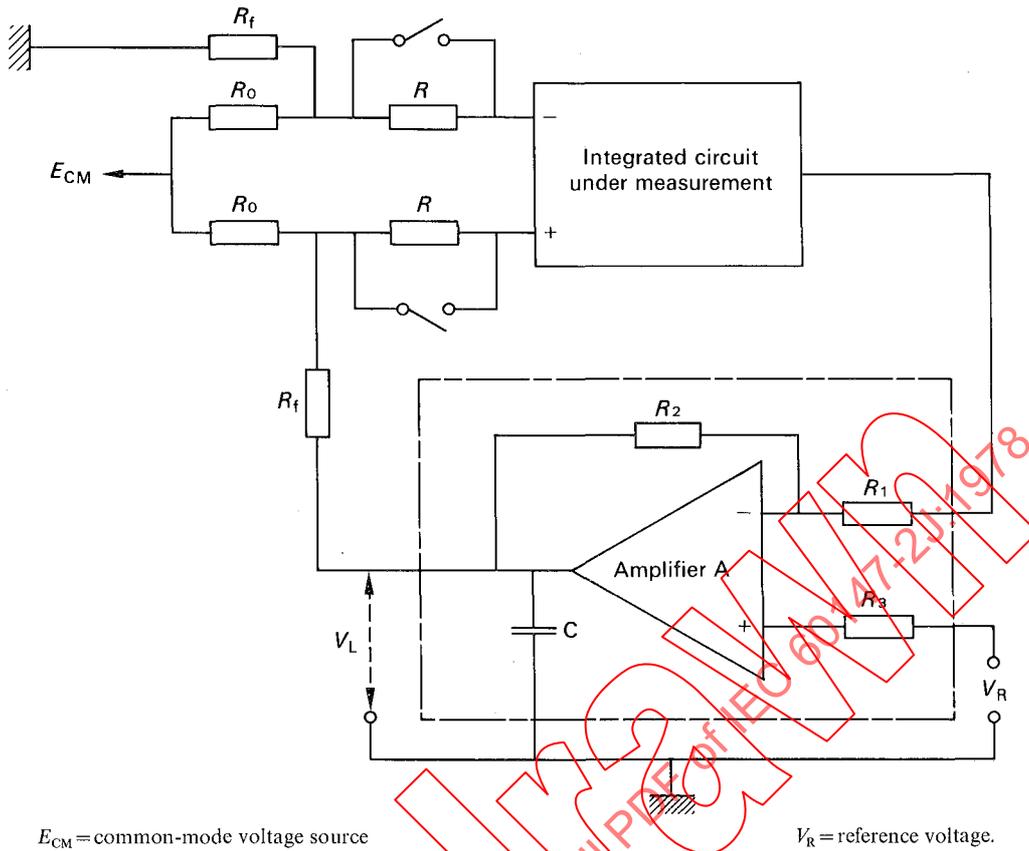
Autres composants

On ajoute les résistances R_1 et R_2 pour avoir un gain et des caractéristiques d'entrée convenables pour l'amplificateur A. Elles doivent répondre aux exigences suivantes:

- $R_1 \gg$ résistance de sortie de l'amplificateur à mesurer,
- $R_1 \gg$ n'importe quelle résistance de charge de l'amplificateur à mesurer,
- $R_1 \ll R_2$,
- $R_2 \gg$ résistance de sortie de l'amplificateur A,
- $R_f \gg$ résistance de sortie de l'amplificateur A.

En outre, R_1 doit avoir une valeur aussi faible que possible, adaptée aux autres exigences.

Le condensateur C peut être nécessaire pour éviter des oscillations parasites dans le montage.



$$R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

FIG. 1. — Basic block diagram for automatic testing.

Other components

The resistors R_1 and R_2 are added to provide suitable gain and input characteristics for amplifier A. They should meet the following requirements:

- $R_1 \gg$ output resistance of amplifier under measurement,
- $R_1 \gg$ any load resistance across the output of amplifier under measurement,
- $R_1 \ll R_2$,
- $R_2 \gg$ output resistance of amplifier A,
- $R_f \gg$ output resistance of amplifier A.

Furthermore, R_1 should have as small a value as possible, consistent with the other requirements.

Capacitor C may need to be added to avoid any parasitic oscillations in the measurement set-up.

2. Courants des alimentations 22

2.1 But

Mesurer la valeur du courant fourni par l'alimentation pour un signal de sortie nul et/ou maximal.

2.2 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

2.3 Exécution

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Relier tous les circuits de polarisation au circuit intégré comme il est exigé, et régler la polarisation à la valeur spécifiée.

Appliquer un signal spécifié et une charge spécifiée au circuit intégré.

Pour un signal de sortie nul et/ou maximal, noter les valeurs de courant de chaque alimentation.

2.4 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédance d'entrée de la source et impédance de charge de sortie.
- Réseau(x) de compensation de la polarisation et/ou du décalage.
- Amplitude, fréquence et forme d'onde du signal d'entrée.
- Conditions pour les autres bornes.
- Conditions de boucle.

3. Impédance d'entrée en petits signaux 23

3.1 Méthode a

3.1.1 But

Mesurer les valeurs des parties réelle et imaginaire (sans le signe) de l'impédance d'entrée d'un amplificateur linéaire intégré.

2. Power supply currents 22

2.1 Purpose

To measure the value of the current drawn from the power supply under zero and/or maximum output signal conditions.

2.2 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

2.3 Measurement procedure

The supply voltages are set to the specified values.

Any necessary biasing circuits are connected to the integrated circuit as required, and the bias conditions are set to the specified value(s).

A specified signal source and a specified load are applied to the integrated circuit.

With zero output signal and/or maximum output signal, the values of current from each supply are noted.

2.4 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Input source impedance and output load impedance.
- Bias and/or offset compensation network(s).
- Input signal level, frequency and waveform.
- Conditions at other terminals.
- Loop conditions.

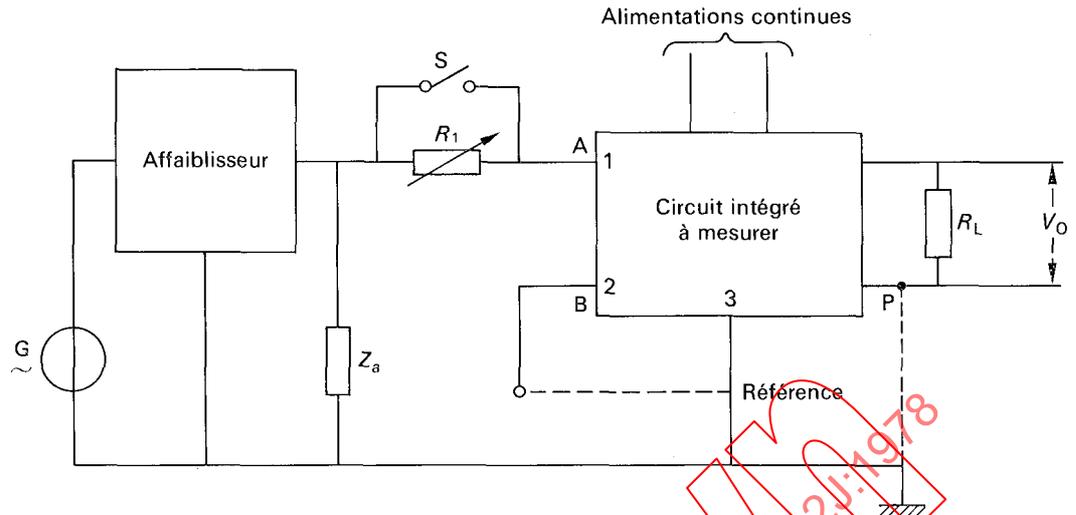
3. Small-signal input impedance 23

3.1 Method a

3.1.1 Purpose

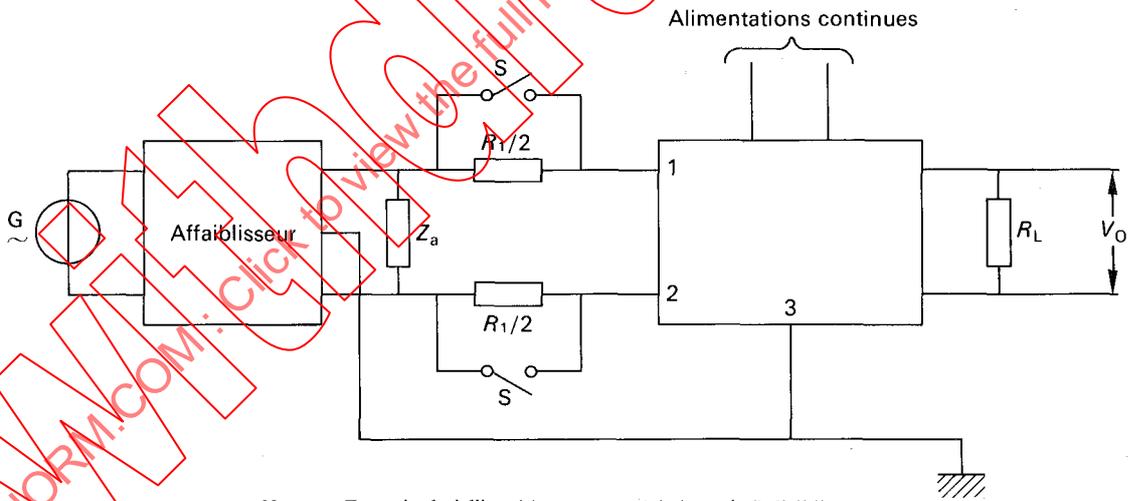
To measure the values of the real and imaginary (without regard to sign) parts of the input impedance of an integrated linear amplifier.

3.1.2 Schéma



- Notes 1. — Z_a est égale à l'impédance caractéristique de l'affaiblisseur.
2. — Pour une seule sortie, P doit être relié à la terre.
Pour des sorties symétriques, P ne doit pas être relié à la terre.

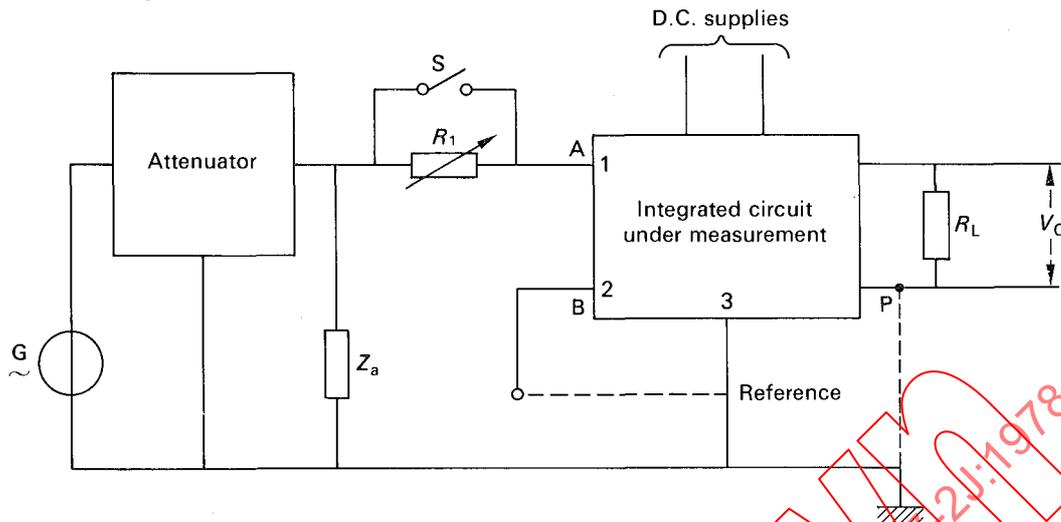
FIG. 2. — Circuit de mesure avec les bornes d'entrées dissymétriques.



Note. — Z_a est égale à l'impédance caractéristique de l'affaiblisseur.

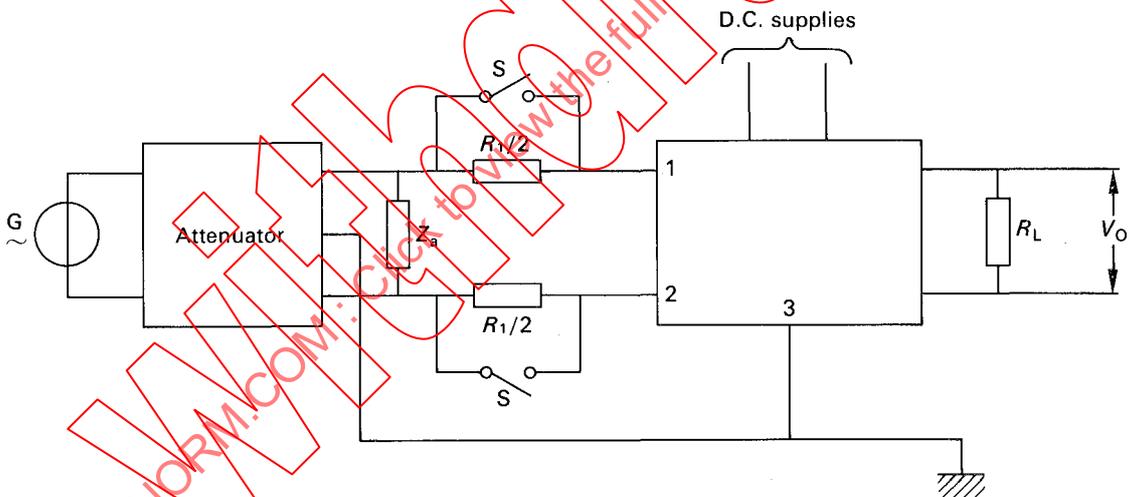
FIG. 3. — Circuit de mesure avec bornes d'entrées symétriques.

3.1.2 Circuit diagram



- Notes 1. — Z_a is equal to the characteristic impedance of the attenuator.
2. — For single-ended output, P should be earthed.
For symmetrical outputs, P should not be earthed.

FIG. 2. — Measurement circuit with input terminals unbalanced.



Note. — Z_a is equal to the characteristic impedance of the attenuator.

FIG. 3. — Measurement circuit with input terminals balanced.

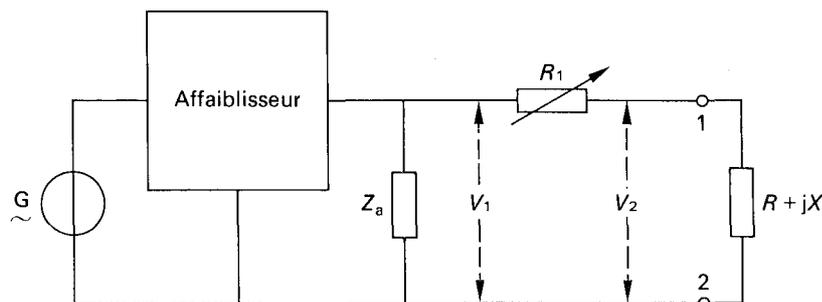


FIG. 4. — Représentation du circuit équivalent.

3.1.3 Description et exigences du circuit

En général, on peut considérer l'amplificateur linéaire intégré comme un réseau à trois bornes d'entrée et la mesure de l'impédance d'entrée peut être demandée entre n'importe quelle paire de bornes d'entrée.

La figure 2, page 26, indique la configuration de mesure de base, dans laquelle les bornes d'entrée ne sont pas symétriques. La mesure s'effectue normalement avec la borne n° 2 à la masse, mais peut se faire avec un circuit de polarisation spécifique connecté entre la borne n° 2 et celle de référence, si la spécification l'exige.

Le montage de base peut être modifié pour permettre la mesure de l'impédance d'entrée en symétrique (par exemple pour les deux bornes d'entrée d'un amplificateur en mode différentiel), comme il est indiqué dans la figure 3, page 26. Le reste de l'appareillage demeure celui indiqué dans la figure 2.

La résistance R_1 est une résistance étalonée de grande précision. Le but de la mesure est d'obtenir deux valeurs connues de R_1 qui, avec des positions connues de l'affaiblisseur (atténuateur), conservent à la tension de sortie V_0 une valeur fixée. La valeur de l'impédance d'entrée peut alors se calculer comme il est indiqué dans la suite.

Le circuit d'entrée peut être représenté comme il est indiqué dans la figure 4.

On peut montrer que:

$$\left[\frac{V_1}{V_2} \right]^2 = 1 + \frac{R_1 (2R + R_1)}{R^2 + X^2}$$

où $R + jX$ est l'impédance d'entrée.

Cette équation contient deux inconnues (R et X) et on peut les évaluer en déterminant deux valeurs de R_1 pour des rapports connus de V_1/V_2 . Dans la méthode, on choisit les valeurs 2 et 4 pour le rapport V_1/V_2 , correspondant à des modifications de la position de l'affaiblisseur (atténuateur) (par rapport à sa position initiale) de 6 dB et de 12 dB. La valeur de V_2 est gardée constante, seule celle de V_1 est modifiée.

La résistance de charge R_L est choisie de manière à ce que le circuit fonctionne de façon correcte dans des conditions spécifiées.

La valeur de l'impédance de l'affaiblisseur (atténuateur) doit être très faible vis-à-vis de l'impédance d'entrée, c'est-à-dire:

$$Z_a \ll \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{100}$$

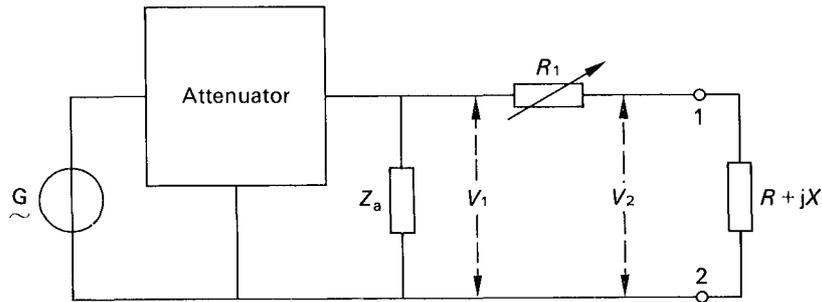


FIG. 4. — Equivalent circuit representation.

3.1.3 Circuit description and requirements

In general, the integrated linear amplifier may be considered as a three-input terminal network, and measurement of input impedance may be required between any pair of input terminals.

Figure 2, page 27, shows the basic measurement set-up, in which the input terminals are unbalanced. The measurement will normally be made with the terminal 2 earthed, but may be made with a specified bias circuit connected between terminal 2 and the reference terminal if so required by the specification.

The basic arrangement may be modified to permit measurement of input impedance under balanced conditions (e.g. for the two input terminals of a differential input amplifier), as shown in Figure 3, page 27. The remainder of the equipment remains as shown in Figure 2.

Resistor R_1 is a high accuracy calibrated resistor. The object of the measurement is to obtain two known values of the resistor R_1 which, together with known settings of the attenuator, maintain the output voltage V_0 at a fixed value. The value of the input impedance may then be calculated as follows.

The input circuit may be represented as shown in Figure 4.

It may be shown that:

$$\left[\frac{V_1}{V_2} \right]^2 = 1 + \frac{R_1 (2R + R_1)}{R^2 + X^2}$$

where $R + jX$ is the input impedance.

This equation contains two unknowns (R and X) and they may be evaluated by finding two values of R_1 for known ratios of V_1/V_2 . The method selects values of 2 and 4 for the ratio V_1/V_2 , corresponding to changes in the attenuator setting (from the initial setting) of 6 dB and 12 dB. The value of V_2 is maintained constant, V_1 only being altered.

The load resistor R_L should be chosen so that the circuit is operating well within specified conditions.

The value of the attenuator impedance should be very low compared with the input impedance, i.e.:

$$Z_a \ll \frac{\sqrt{R^2 + X^2}}{100}$$

3.1.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 relatif aux précautions générales.

3.1.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans les figures 2, ou 3, page 26.

Régler les tensions de polarisation et d'alimentation aux valeurs spécifiées.

L'interrupteur S étant fermé, régler le générateur à la fréquence spécifiée; ajuster sa sortie, ainsi que la position de l'affaiblisseur (atténuateur) pour obtenir un signal de sortie V_O sans distorsion. S'assurer que l'amplificateur fonctionne dans sa partie linéaire comme il est indiqué dans les précautions générales.

Ouvrir alors l'interrupteur S et réduire l'indication de l'affaiblisseur (atténuateur) de 6 dB. Déterminer la valeur de R_1 de façon à retrouver le niveau de sortie V_O .

Réduire à nouveau l'indication de l'affaiblisseur (atténuateur) de 6 dB (c'est-à-dire 12 dB en dessous de l'indication initiale) et déterminer une deuxième valeur de R_1 de façon à conserver le niveau de sortie V_O .

On peut obtenir les valeurs des composantes réelle et imaginaire de l'impédance d'entrée par calcul. Il sera bon en général de faire des graphiques convenables à partir desquels on pourra lire directement les valeurs demandées.

Note. — Si l'impédance d'entrée est surtout résistive (par exemple à une fréquence suffisamment basse), on peut simplifier la mesure. Dans ce cas, on n'effectuera que la première variation de 6 dB de l'affaiblisseur (atténuateur); la valeur R_1 , nécessaire pour conserver la valeur de V_O de la tension de sortie, est égale à la valeur de la résistance d'entrée.

3.1.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Réseau(x) de compensation de la polarisation et/ou du décalage.
- Amplitude et fréquence du signal d'entrée.
- Tension de sortie de référence.
- Résistance de charge de sortie R_L .
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

3.2 Méthode b (applicable seulement aux amplificateurs à entrées différentielles)

3.2.1 But

Mesurer la valeur de la résistance différentielle d'entrée d'un amplificateur à entrées différentielles.

Note. — Afin de pouvoir considérer l'impédance d'entrée comme une résistance pure, la fréquence du signal de mesure doit être suffisamment basse pour qu'il n'y ait pas de différence de phase appréciable entre les tensions aux bornes d'entrée de l'amplificateur à mesurer avec ou sans la résistance série R.

3.1.4 *Precautions to be observed*

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

3.1.5 *Measurement procedure*

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown either in Figure 2, or Figure 3, page 27.

The bias and supply voltages are set to the specified values.

With switch S closed, the signal generator is set to the specified frequency, and its output and the setting of the attenuator are adjusted such that an undistorted output signal V_O is obtained. A check should be made to ensure that the circuit is operating within its linear operating region, as stated in the general precautions section.

Switch S is then opened, and the attenuator setting reduced by 6 dB. A value of R_1 is obtained so that the output level of V_O is established again.

The attenuator setting is reduced by another 6 dB (i.e. 12 dB on the initial setting), and a second value of R_1 obtained so that the output level of V_O is maintained.

The values of the real and imaginary components of the input impedance can be obtained by calculation. It will usually be convenient to construct suitable graphs from which the required values can be read off directly.

Note. — If the input impedance is essentially resistive (e.g. at a sufficiently low frequency), the measurement may be simplified. In this case, only the first 6 dB change of the attenuator setting is made, and the value of R_1 required to maintain the output voltage V_O is then directly equal to the input resistance.

3.1.6 *Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Bias and/or offset compensation network(s).
- Input signal level and frequency.
- Reference output voltage.
- Output load resistance R_L .
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

3.2 *Method b (applicable only to differential input amplifiers)*

3.2.1 *Purpose*

To measure the value of the differential input resistance of a differential input amplifier.

Note. — In order to be able to consider the input impedance as a pure resistance, the measurement signal frequency must be sufficiently low so that there are no significant phase differences between the voltages at the input terminals of the amplifier to be measured with or without the series resistor R .

3.2.2 Schéma

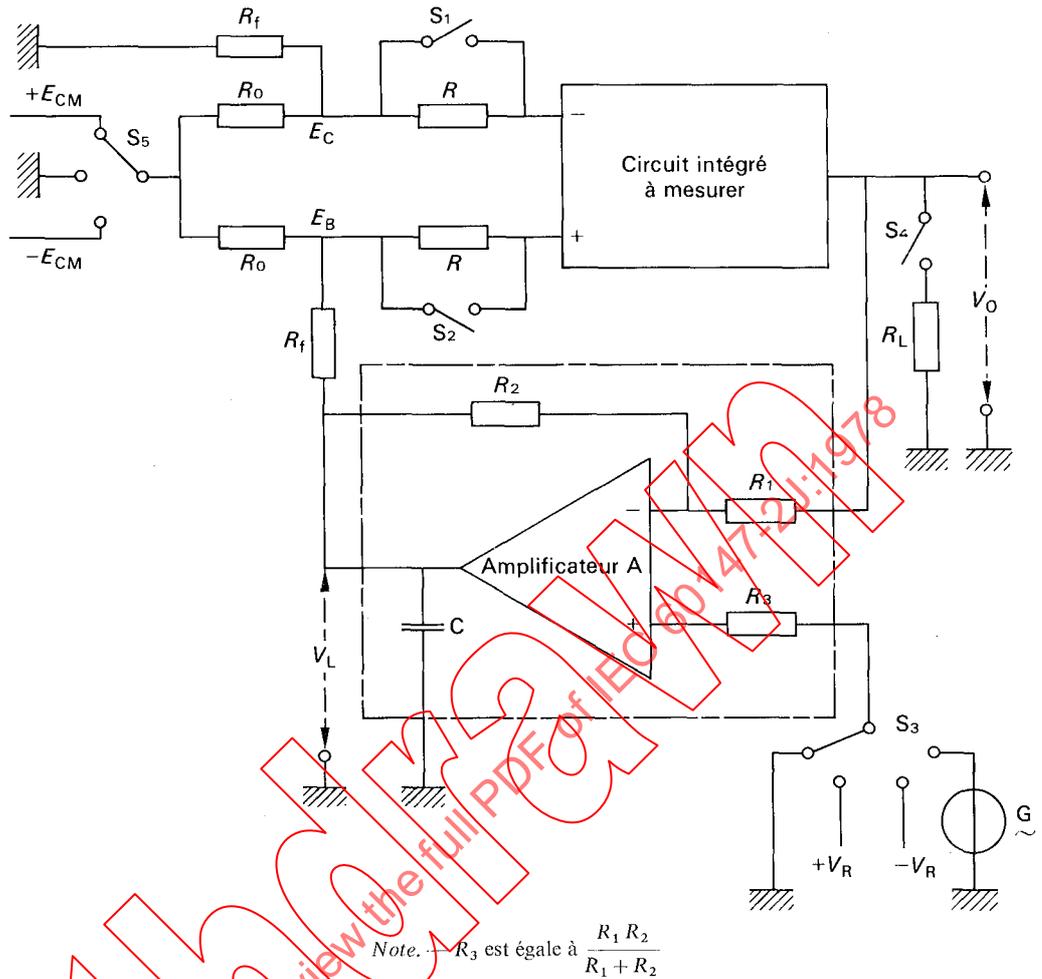


FIG. 3. — Circuit général de mesure.

3.2.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur A doit être conforme aux exigences indiquées dans le paragraphe 1.3. De plus, la valeur des résistances doit être choisie comme suit :

- la valeur de la résistance R doit être sensiblement égale à r_{id} , résistance d'entrée différentielle du circuit intégré à mesurer ;
- la valeur de la résistance R_0 doit être inférieure à R_f qui, à son tour, doit être inférieure à r_{id} .

Le condensateur C doit avoir une admittance très faible à la fréquence de mesure.

Le rapport entre R_f et R_0 doit être tel que la tension V_L ne dépasse pas la dynamique de sortie de l'amplificateur A.

3.2.2 Circuit diagram

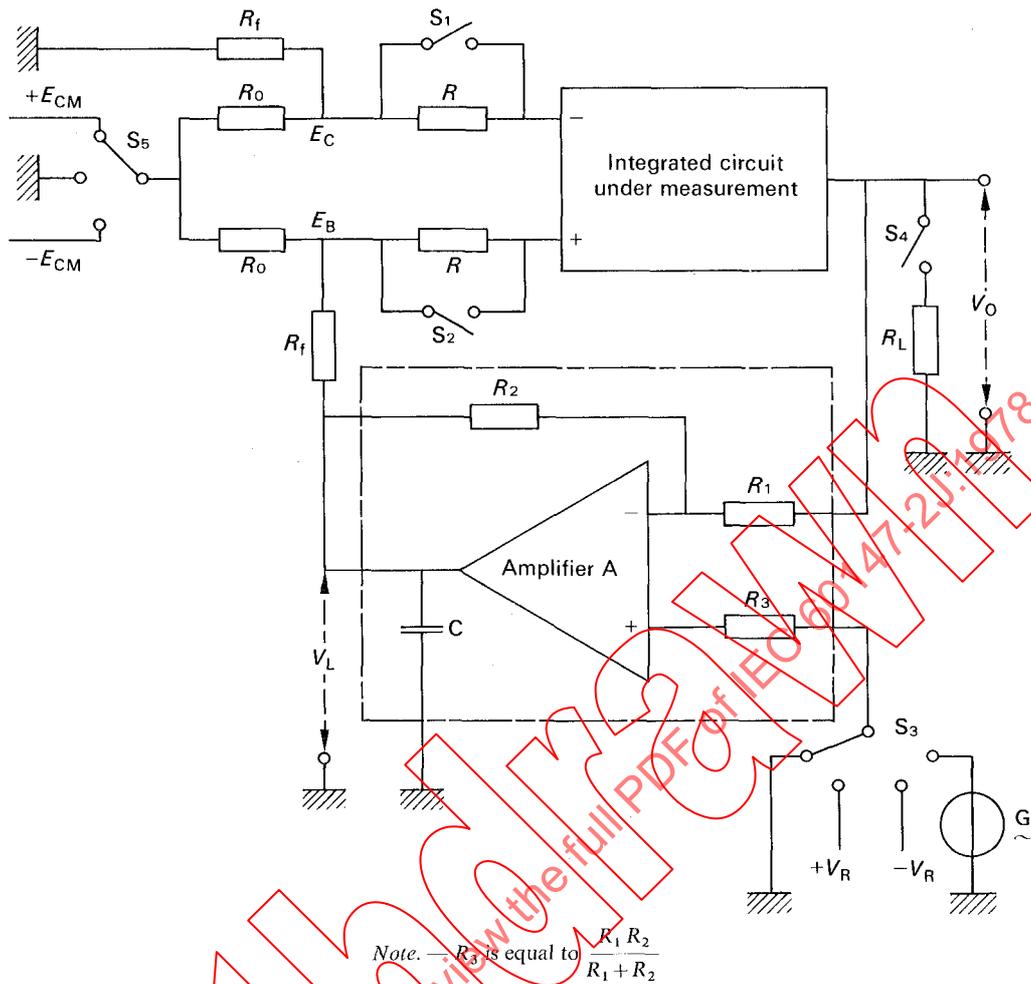


FIG. 5. — General measurement circuit.

3.2.3 Circuit description and requirements.

Amplifier A should conform to the requirements given in Sub-clause 1.3. In addition, the value of the resistors should be chosen as follows:

- the value of resistor R should be approximately equal to r_{id} , the differential input resistance of the integrated circuit under measurement;
- the value of resistor R_0 should be smaller than R_f which in turn should be smaller than r_{id} .

Capacitor C must have a very low admittance at the frequency of measurement.

The ratio between R_f and R_0 should be chosen so that voltage V_L does not exceed the output voltage swing of amplifier A.

3.2.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

3.2.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 5, page 32.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Fermer l'interrupteur S_4 , relier à la terre le commutateur S_5 , relier le commutateur S_3 au générateur.

Fermer d'abord les interrupteurs S_1 et S_2 et mesurer la tension de sortie $V_{L(R=0)}$.

Ouvrir ensuite les interrupteurs S_1 et S_2 et mesurer la tension de sortie $V_{L(R=R)}$.

La résistance d'entrée différentielle r_{id} est donnée par:

$$r_{id} = \frac{2R}{[V_{L(R=0)}/V_{L(R=R)}] - 1}$$

3.2.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Tension(s) de polarisation.
- Amplitude et fréquence du signal d'entrée.
- Impédance de source d'entrée.
- Résistance de charge de sortie R_L .
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

4. Impédance de sortie 24

4.1 Méthode a

4.1.1 But

Mesurer les valeurs des parties réelle et imaginaire (sans le signe) de l'impédance de sortie d'un amplificateur linéaire intégré.

3.2.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

3.2.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 5, page 33.

The supply voltages are set to the specified values.

Switch S_4 is closed, switch S_5 is connected to earth and switch S_3 is connected to the signal source.

Switches S_1 and S_2 are first closed, and the output voltage $V_{L(R=0)}$ is measured.

Switches S_1 and S_2 are then opened and the output voltage $V_{L(R=R)}$ is measured.

The differential input resistance r_{id} is given by:

$$r_{id} = \frac{2R}{[V_{L(R=0)}/V_{L(R=R)}] - 1}$$

3.2.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Bias voltage(s).
- Input signal level and frequency.
- Input source impedance.
- Output load resistance R_L .
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

4. Output impedance

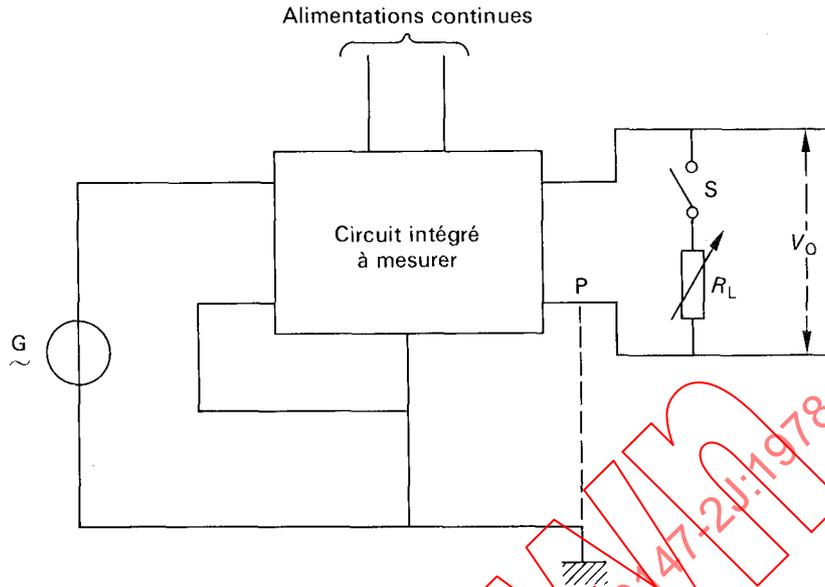
24

4.1 Method a

4.1.1 Purpose

To measure the values of the real and imaginary (without regard to sign) parts of the output impedance of an integrated linear amplifier.

4.1.2 Schéma



Note. — Pour les amplificateurs à une seule sortie, P doit être mis à la terre.
 Pour les amplificateurs à sorties symétriques, P ne doit pas être mis à la terre.

FIG. 6. — Circuit de mesure de l'impédance de sortie.

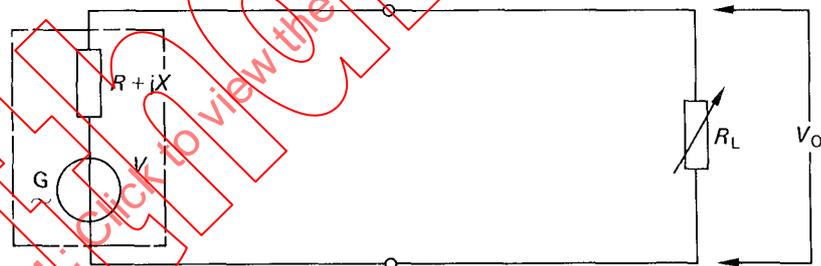


FIG. 7. — Circuit équivalent pour la mesure de l'impédance de sortie.

4.1.3 Description et exigences du circuit

La méthode repose sur un principe semblable à celui qui est utilisé pour la mesure de l'impédance d'entrée (paragraphe 3.1); elle peut être expliquée à l'aide de la figure 7.

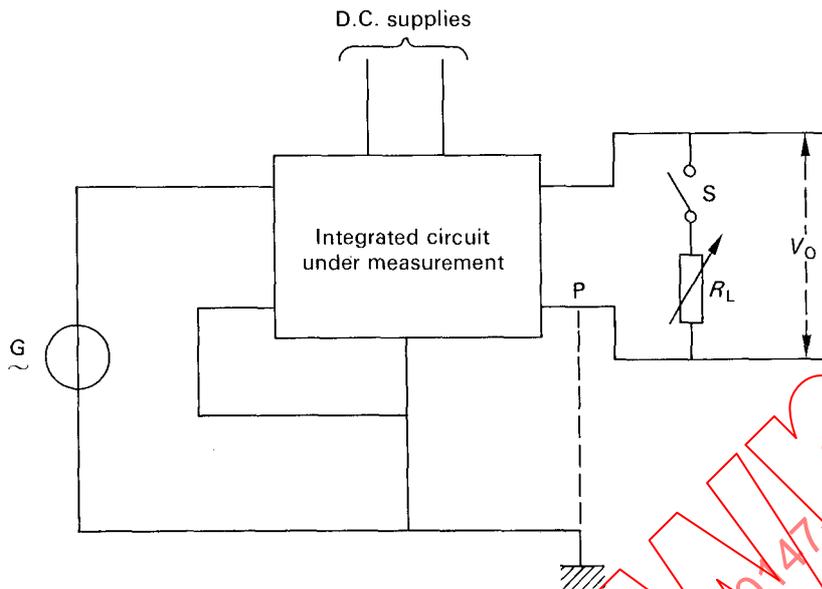
D'après le circuit équivalent de la figure 7, on peut montrer que:

$$\left[\frac{V_{O(R_L)}}{V_{O(R_L=\infty)}} \right]^2 = \left[1 + \frac{R^2}{R_L^2} + \frac{2R}{R_L} + \frac{X^2}{R_L^2} \right]^{-1}$$

où $R + jX$ est l'impédance de sortie.

Pour deux valeurs du rapport $[V_{O(R_L)}/V_{O(R_L=\infty)}]$ pour lesquelles la variation de la tension de sortie est respectivement 6 dB et 12 dB, on note les valeurs correspondantes de R_L ; on peut alors calculer les valeurs de R et de X .

4.1.2 Circuit diagram



Note. — For single-ended output, P should be earthed.
For symmetrical outputs, P should not be earthed.

FIG. 6. — Measurement circuit for output impedance.



FIG. 7. — Equivalent circuit for output impedance measurement.

4.1.3 Circuit description and requirements

The method is similar in principle to that used for measuring input impedance (Sub-clause 3.1) and may be explained by means of Figure 7.

For the equivalent circuit of Figure 7, it may be shown that:

$$\left[\frac{V_{O(R_L)}}{V_{O(R_L = \infty)}} \right]^2 = \left[1 + \frac{R^2}{R_L^2} + \frac{2R}{R_L} + \frac{X^2}{R_L^2} \right]^{-1}$$

where $R + jX$ is the output impedance.

For two values of the ratio $[V_{O(R_L)}/V_{O(R_L = \infty)}]$, for which the output voltage change is respectively 6 dB and 12 dB, the corresponding values of R_L are noted; then the values of R and X may be determined by calculation.

4.1.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

4.1.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 6, page 36.

Régler les tensions de polarisation et d'alimentation aux valeurs spécifiées.

L'interrupteur S étant ouvert, régler le niveau de sortie du générateur de signal pour obtenir un niveau convenable de la tension de sortie V_O .

Fermer alors l'interrupteur S et donner à R_L deux valeurs telles que la tension de sortie diminue respectivement de 6 dB et de 12 dB par rapport à sa valeur en circuit ouvert.

Les valeurs de R et de X peuvent alors être obtenues par calcul comme il a été indiqué plus haut.

Note. — Si l'impédance de sortie est essentiellement résistive (par exemple à une fréquence suffisamment basse), la mesure peut être simplifiée. Dans ce cas, on n'a besoin que de la première variation de la tension de sortie (variation de 6 dB); la valeur de R_L nécessaire pour réduire la tension de sortie de 6 dB est alors égale à la résistance de sortie.

4.1.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Réseau(x) de compensation de polarisation et/ou de décalage.
- Amplitude et fréquence du signal d'entrée.
- Impédance de source d'entrée.
- Tension de sortie de référence.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

4.2 Méthode b (applicable seulement aux amplificateurs à entrées différentielles à une seule sortie)

A l'étude.

5. Tension de décalage à l'entrée d'un amplificateur linéaire intégré à entrées différentielles et tension de polarisation d'un amplificateur linéaire intégré à une seule entrée 25 26

5.1 Méthode a

5.1.1 But

Mesurer la valeur de la tension continue que l'on doit mettre entre les bornes d'entrée pour amener la tension de sortie continue de repos à zéro ou à une valeur spécifiée.

4.1.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

4.1.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 6, page 37.

The bias and supply voltages are set to the specified values.

With switch S open, the output level of the signal generator is adjusted to give a suitable level of output voltage V_O .

Switch S is then closed and two values of R_L are obtained so that the output voltage drops by 6 dB and 12 dB respectively compared with its open-circuited value.

The values of R and X may then be obtained by calculation as shown above.

Note. — If the output impedance is essentially resistive (e.g. at a sufficiently low frequency), the measurement may be simplified. In this case, only the first change of output voltage (by 6 dB) is needed, and the value of R_L required to reduce the output voltage by 6 dB is then directly equal to the output resistance.

4.1.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Bias and/or offset compensation network(s).
- Input signal level and frequency.
- Input source impedance.
- Reference output voltage.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

4.2 Method b (applicable only to differential input amplifiers, with single-ended output)

Under consideration.

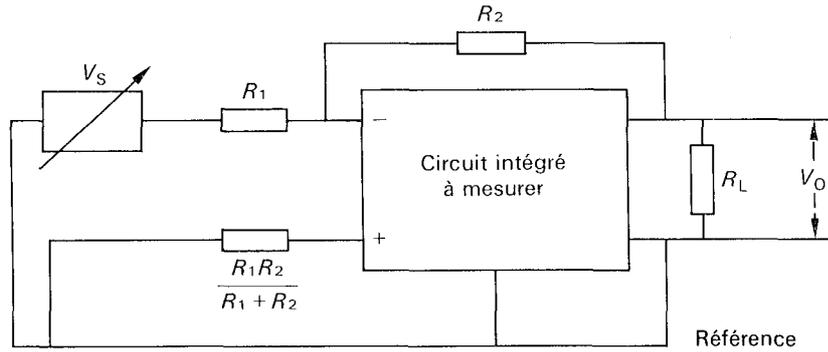
5. Input offset voltage of a differential input integrated linear amplifier and bias voltage of a single-ended input integrated linear amplifier 25 26

5.1 Method a

5.1.1 Purpose

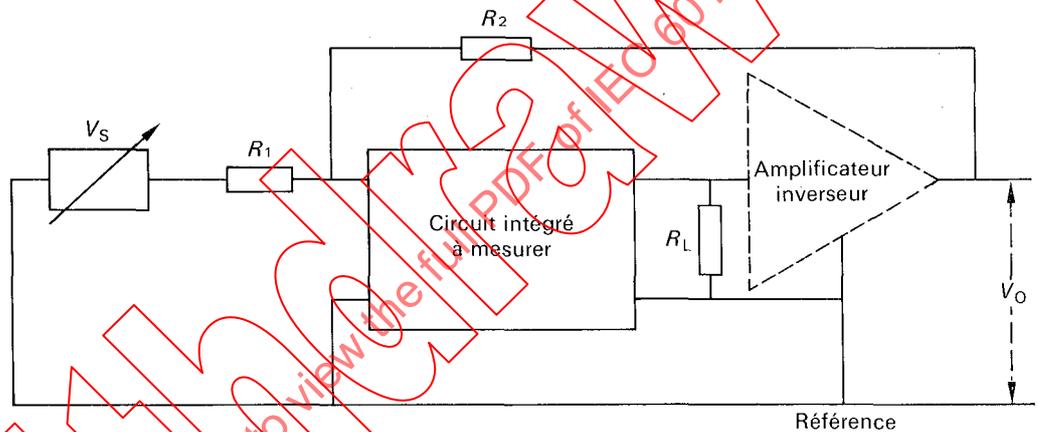
To measure the value of the d.c. voltage required between the input terminals to bring the quiescent d.c. output voltage to zero or a specified value.

5.1.2 Schémas



V_s = source auxiliaire de compensation de décalage.

FIG. 8a. — Cas des entrées différentielles.



V_s = source auxiliaire de polarisation

FIG. 8b. — Cas d'une seule entrée.

5.1.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans le circuit de mesure dans les conditions de fonctionnement recommandées, et on ajuste la source de compensation de décalage ou de polarisation d'entrée jusqu'à l'obtention d'une tension de sortie nulle (ou une valeur spécifiée). Lorsque l'amplificateur à entrées dissymétriques n'a pas de sortie inverseuse, on place un amplificateur inverseur ayant un gain unité dans le circuit comme il est indiqué ci-dessus (figure 8b).

R_2 doit être choisie de façon à ne pas être supérieure à l'impédance d'entrée nominale ni inférieure à dix fois l'impédance de sortie de l'amplificateur. R_1 doit être égale à $R_2/100$ ou à R_2 divisée par un dixième du gain minimal en boucle ouverte (la plus faible des deux valeurs étant retenue). La résistance en continu de la source vue des bornes d'entrée doit être suffisamment faible pour que l'erreur due au courant de décalage (ou de polarisation) maximal spécifié soit négligeable devant la tension de décalage (ou de polarisation) maximale spécifiée.

Note. — Lorsqu'il est nécessaire de prévoir un amplificateur inverseur, pour la mesure d'un amplificateur non inverseur à une seule entrée, l'impédance d'entrée de cet amplificateur doit être au moins égale à dix fois l'impédance de sortie du circuit à mesurer.

5.1.2 Circuit diagrams

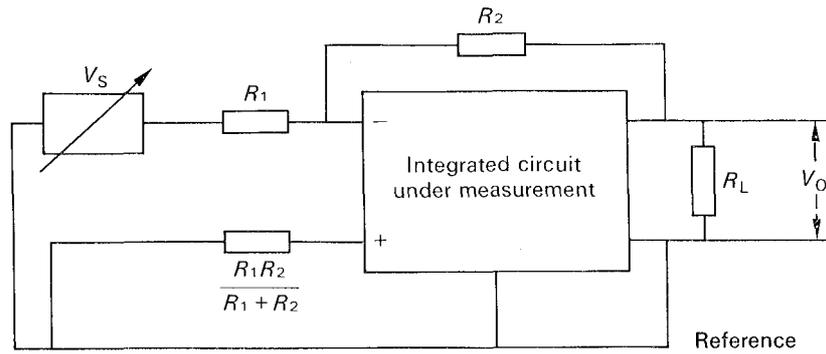


FIG. 8a. — Differential inputs.

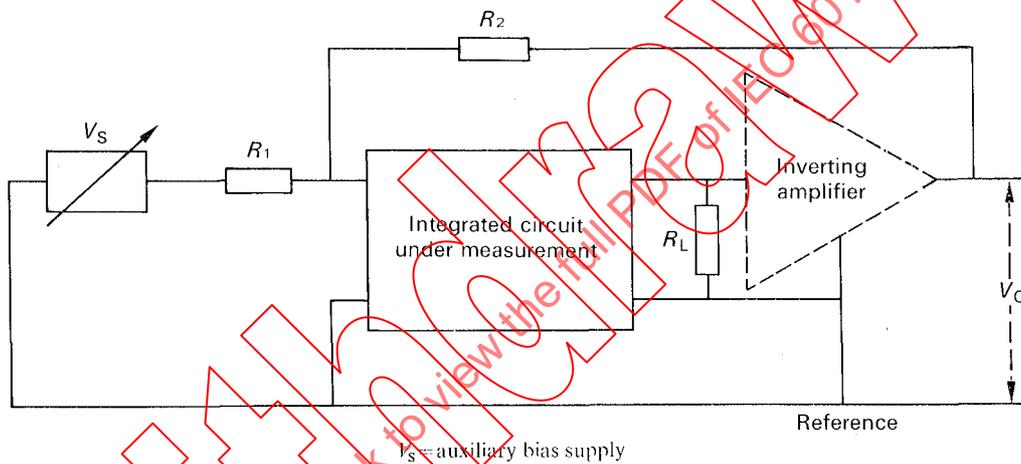


FIG. 8b. — Single-ended input.

5.1.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is connected in the measurement circuit under recommended operating conditions, and the input offset or bias supply voltage is adjusted until the output voltage is brought to zero (or a specified value). Where the single-ended input amplifier has no inverted output, an inverting amplifier with a gain of one is inserted in the circuit as shown in Figure 8b.

R_2 should be selected to be neither larger than the nominal input impedance nor less than ten times the output impedance of the amplifier. R_1 should be equal to R_2 divided by 100 or by one-tenth the minimum open-loop gain, whichever is the smaller. The d.c. source resistance presented to the input terminals should be low enough to ensure insignificant error due to the maximum specified offset (or bias) current compared with the maximum specified offset (or bias) voltage.

Note. — Where an inverting amplifier is required for use with a non-inverting single-ended input amplifier, its input impedance shall be at least ten times the output impedance of the circuit under measurement.

5.1.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

5.1.5 Exécution

Note. — Dans ce paragraphe, le terme «polarisation» est employé uniquement pour les amplificateurs à entrées dissymétriques.

Brancher le circuit intégré à mesurer dans le circuit de mesure des figures 8a ou 8b, page 40.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Connecter tous les réseaux supplémentaires qui sont nécessaires selon ce qui est spécifié.

Régler la source de tension de compensation de décalage (ou de polarisation) V_s pour annuler la tension de sortie (ou pour l'amener à une valeur spécifiée V_0) et noter la valeur correspondante.

Calculer la tension de décalage (ou de polarisation). Elle est égale à :

$$V_{10} = V_s \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_0 \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

5.1.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Résistance d'entrée nominale.
- Amplification minimale en boucle ouverte.
- Tension de sortie de référence.
- Résistance de sortie nominale.
- Résistance de charge.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

5.2 Méthode b (applicable aux amplificateurs linéaires à entrées différentielles seulement)

5.2.1 But

Mesurer la valeur de la tension continue nécessaire entre les bornes d'entrées pour amener la tension de sortie continue de repos à zéro.

5.1.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

5.1.5 Measurement procedure

Note. — In this Sub-clause, the term “bias” refers to single-ended input amplifiers only.

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown either in Figure 8a or in Figure 8b, page 41.

The supply voltages are set to the specified values.

Any necessary additional networks will be connected as specified.

The offset (or bias) voltage supply V_s is adjusted to bring the output level to zero voltage (or to a specified value V_o) and the value is noted.

The offset (or bias) voltage is calculated and is given by:

$$V_{10} = V_s \frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_o \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

5.1.6 Specified conditions

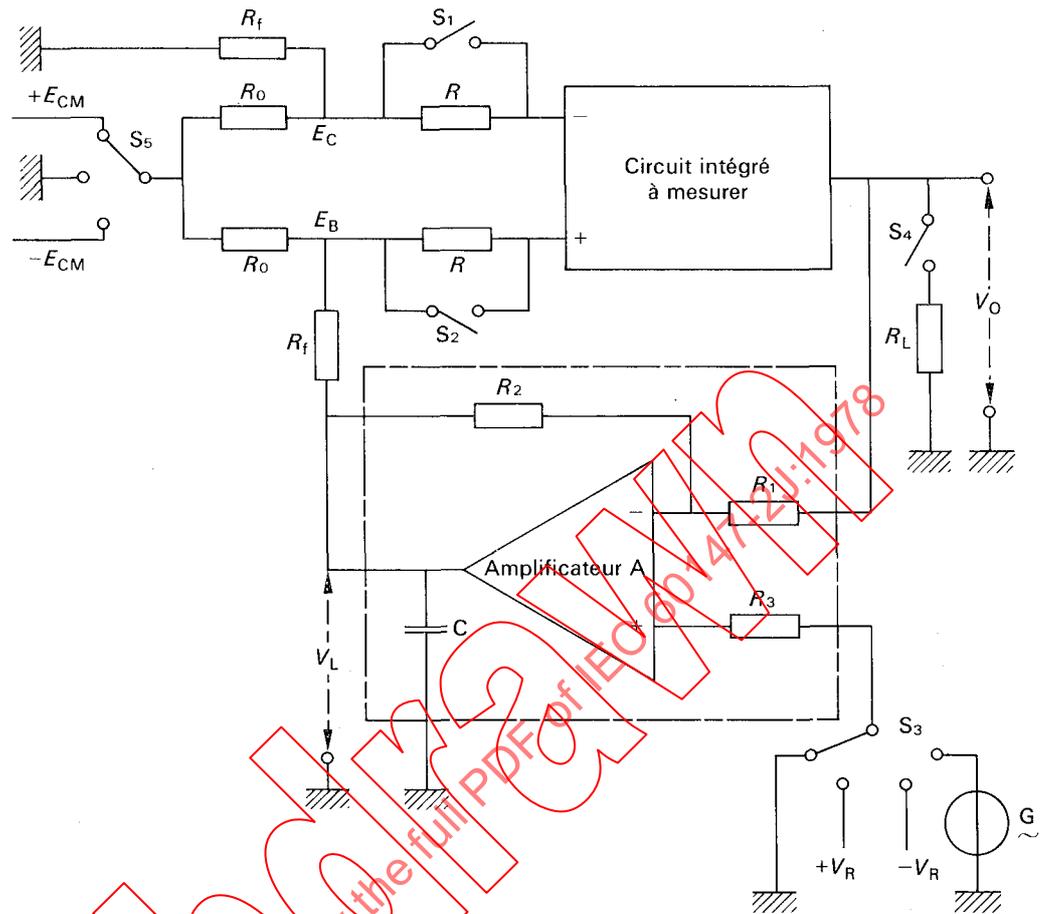
- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Nominal input resistance.
- Minimum open-loop gain.
- Reference output voltage.
- Nominal output resistance.
- Load resistance.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

5.2 Method b (applicable only to differential input linear amplifiers)

5.2.1 Purpose

To measure the value of the d.c. voltage required between the input terminals to bring the quiescent d.c. output voltage to zero.

5.2.2 Schéma



Note — R_3 est égale à $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

FIG. 9. — Circuit général de mesure.

5.2.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans une boucle de mesure comprenant l'amplificateur A et un pont diviseur constitué par les résistances R_f et R_o . La tension de sortie de l'amplificateur A, soit V_L , est lue sur un voltmètre à forte impédance. Les résistances R sont court-circuitées par les interrupteurs S_1 et S_2 .

L'amplificateur A compare V_o , tension de sortie de l'amplificateur à mesurer, et la tension de référence V_R . La tension V_o doit être égale à zéro. Dans ces conditions, la tension de sortie de l'amplificateur A, soit V_{L0} , est notée et cette tension est $1/k$ fois la tension de décalage à l'entrée.

$$V_{10} = k V_{L0}$$

où $k = \frac{R_o}{R_o + R_f}$

L'amplificateur A doit satisfaire aux exigences formulées au paragraphe 1.3.

La résistance R_f doit être très supérieure à R_o . Le rapport entre R_f et R_o doit être choisi de telle façon que la tension V_L ne dépasse pas la dynamique de sortie de l'amplificateur A. La précision de la méthode de mesure dépend de la précision sur les valeurs des résistances R_f et R_o .

5.2.2 Circuit diagram

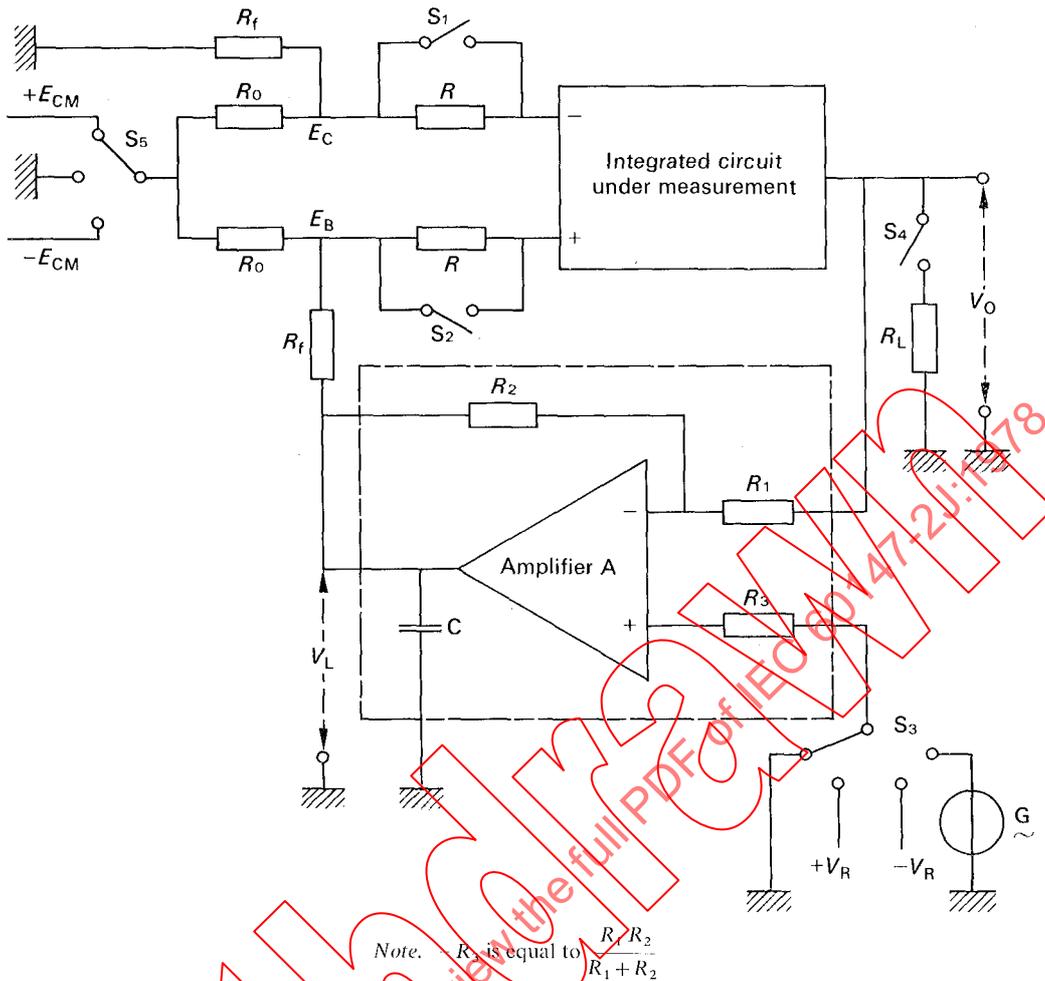


FIG. 9. — General measurement circuit.

5.2.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is inserted in a measuring loop including amplifier A and a divider bridge consisting of resistors R_f and R_0 . The output voltage of amplifier A, V_L , is read on a high impedance voltmeter. Resistors R are short-circuited by switches S_1 and S_2 .

Amplifier A compares V_0 , the output voltage of the amplifier under measurement, and the reference voltage V_R . Voltage V_0 should be equal to zero. Under these conditions, the output voltage of amplifier A, V_{L0} , is noted and this voltage is $1/k$ times the input offset voltage.

$$V_{L0} = k V_{L0}$$

where $k = \frac{R_0}{R_0 + R_f}$

Amplifier A should conform to the requirements given in Sub-clause 1.3.

Resistor R_f should be much larger than R_0 . The ratio between R_f and R_0 should be chosen in such a way that voltage V_L does not exceed the output voltage swing of amplifier A. The accuracy of the method of measurement depends on the precision of the values of resistors R_f and R_0 .

5.2.4 *Précautions à prendre*

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

5.2.5 *Exécution*

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 9, page 44.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Les interrupteurs S_1 , S_2 et S_4 étant fermés, relier les commutateurs S_3 et S_5 à la terre.

Noter la valeur de la tension V_L , soit V_{L0} .

La tension de décalage à l'entrée est donnée par :

$$V_{I0} = k V_{L0}$$

5.2.6. *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédance de charge de sortie.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

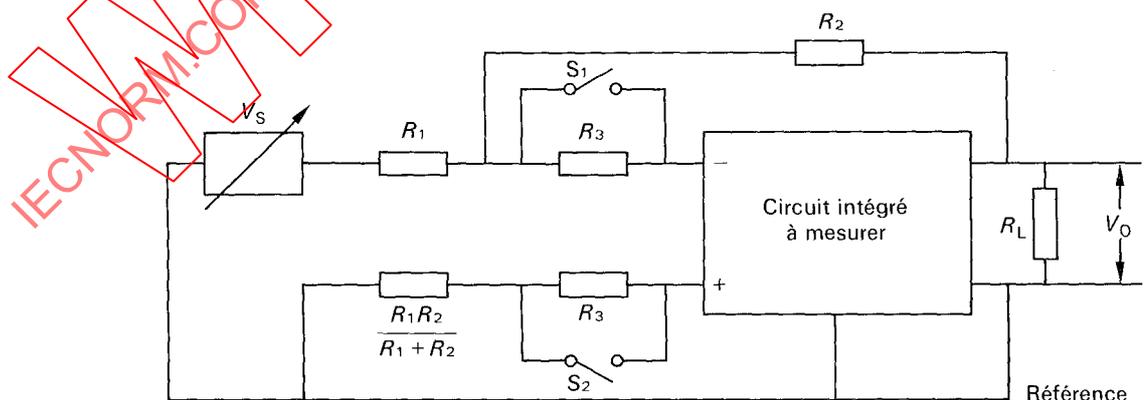
6. **Courant de décalage à l'entrée** [27]

6.1 *Méthode a*

6.1.1 *But*

Mesurer la valeur de la différence entre les courants d'entrée d'un amplificateur à entrées différentielles, nécessaire pour annuler la tension de sortie ou pour l'amener à une autre valeur spécifiée, la tension de décalage étant préalablement compensée.

6.1.2 *Schéma*



V_s = source de compensation de décalage

FIG. 10. — Circuit de mesure.

5.2.4 *Precautions to be observed*

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

5.2.5 *Measurement procedure*

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 9, page 45.

The supply voltages are set to the specified values.

With switches S_1 , S_2 and S_4 closed, switches S_3 and S_5 are connected to earth.

The value of the voltage V_L is noted; let this be V_{L0} .

The input offset voltage is given by:

$$V_{i0} = k V_{L0}$$

5.2.6 *Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Output load impedance.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

6. **Input offset current** 27

6.1 *Method a*

6.1.1 *Purpose*

To measure the value of the difference between the input currents of a differential input amplifier required to bring the output voltage to zero or another specified value, the offset voltage being previously compensated.

6.1.2 *Circuit diagram*

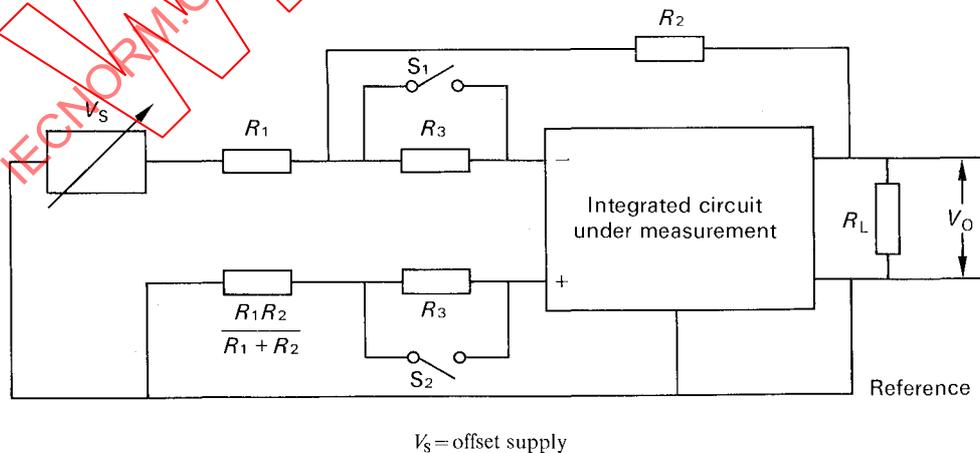


FIG. 10. — Measurement circuit.

6.1.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans le circuit de mesure dans les conditions de fonctionnement recommandées, et la source de compensation de la tension de décalage à l'entrée ajustée jusqu'à ce que la tension de sortie soit nulle (ou atteigne une valeur spécifiée).

R_2 doit être choisie de façon à ne pas être supérieure à l'impédance d'entrée nominale ni inférieure à dix fois l'impédance de sortie de l'amplificateur.

R_1 doit être égale à $R_2/100$ ou à R_2 divisée par un dixième du gain minimal en boucle ouverte (la plus faible des deux valeurs étant retenue).

R_3 ne doit pas être supérieure à l'impédance d'entrée nominale.

La résistance des interrupteurs S_1 et S_2 , quand ils sont ouverts, doit être supérieure à 100 fois la valeur des résistances R_3 .

La résistance de la source de compensation de décalage doit être suffisamment faible pour que l'erreur due au courant de décalage maximal spécifié soit négligeable devant la tension de décalage maximale spécifié.

6.1.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

6.1.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 10, page 46.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Connecter tous les circuits supplémentaires comme il est spécifié, s'il y a lieu.

Fermer les interrupteurs S_1 et S_2 .

Régler l'alimentation de compensation de décalage pour annuler la tension de sortie (ou pour l'amener à une valeur spécifiée); noter sa valeur soit V_{S1} .

Ouvrir alors les interrupteurs S_1 et S_2 . Régler à nouveau l'alimentation de compensation de la tension de décalage pour annuler la tension de sortie (ou pour l'amener à la même valeur spécifiée); noter sa valeur soit V_{S2} .

Le courant de décalage à l'entrée est donné par:

$$I_{10} = \frac{1}{R_3} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot (V_{S1} - V_{S2})$$

6.1.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Résistance d'entrée nominale.
- Gain minimal en boucle ouverte.
- Résistance de sortie nominale.
- Résistance de charge.
- Tension de référence de sortie.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

6.1.3 *Circuit description and requirements*

The integrated linear amplifier under measurement is connected in the measurement circuit under recommended operating conditions, and the input offset supply voltage adjusted until the output voltage is brought to zero (or a specified value).

R_2 should be selected to be not larger than the nominal input impedance nor less than ten times the output impedance of the amplifier.

R_1 should be equal to R_2 divided by 100 or by one-tenth the minimum open-loop gain, whichever is the smaller.

R_3 should not be larger than the nominal input impedance.

The resistances of switches S_1 and S_2 , when they are in the open-circuit conditions, should be greater than 100 times the values of resistors R_3 .

The resistance of the offset supply shall be low enough to ensure insignificant error due to maximum specified offset current as compared with maximum specified offset voltage.

6.1.4 *Precautions to be observed*

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

6.1.5 *Measurement procedure*

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 10, page 47.

The supply voltages are set to the specified values.

Any additional network shall be connected as specified, where appropriate.

The switches S_1 and S_2 are closed.

The offset voltage supply is adjusted to bring the output voltage to zero (or the specified value), and its value is noted; let this value be V_{S1} .

The switches S_1 and S_2 are now opened. The offset voltage supply is again adjusted to bring the output voltage to zero (or the same specified value), and its value is noted; let this value be V_{S2} .

The input offset current is given by:

$$I_{10} = \frac{1}{R_3} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot (V_{S1} - V_{S2})$$

6.1.6 *Specified conditions*

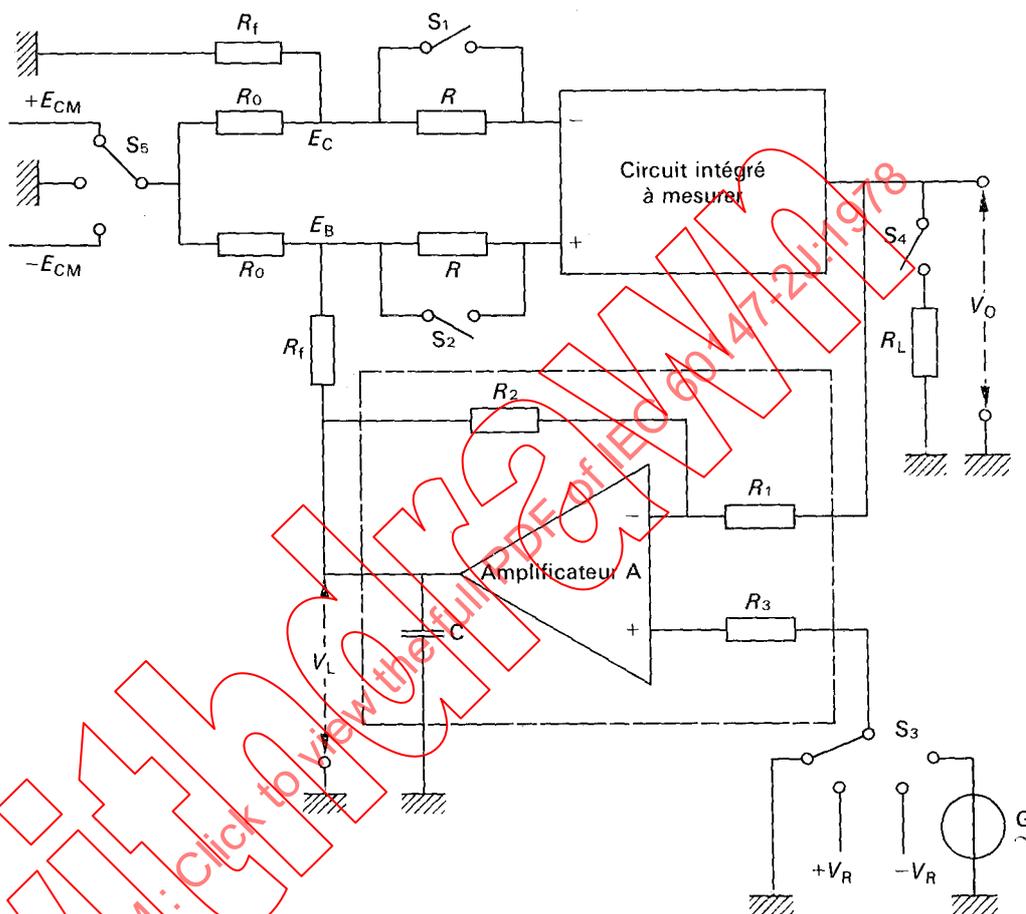
- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Nominal input resistance.
- Minimum open-loop gain.
- Nominal output resistance.
- Load resistance.
- Reference output voltage.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

6.2 Méthode b

6.2.1 But

Mesurer la valeur de la différence entre les courants d'entrée d'un amplificateur linéaire à entrées différentielles, nécessaire pour amener la tension de sortie à zéro, la tension de décalage ayant été préalablement compensée.

6.2.2 Schéma



Note. — R_3 est égale à $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

FIG. 11. — Circuit général de mesure.

6.2.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans une boucle de mesure comprenant l'amplificateur A et un pont diviseur formé par les résistances R_f et R_0 . La tension de sortie de l'amplificateur A, soit V_L , est lue sur un voltmètre à forte impédance.

L'amplificateur A compare V_O , tension de sortie de l'amplificateur à mesurer, et la tension de référence V_R . La tension V_O doit être nulle.

L'amplificateur A doit satisfaire aux exigences indiquées dans le paragraphe 1.3. De plus, la résistance R_f doit être très supérieure à R_0 . Le rapport entre R_f et R_0 doit être choisi de façon que la tension V_L ne dépasse pas la dynamique de sortie de l'amplificateur A. La précision de la méthode de mesure dépend de la précision des valeurs des résistances R_f et R_0 .

6.2 Method b

6.2.1 Purpose

To measure the value of the difference between the input currents of a differential input linear amplifier required to bring the output voltage to zero, the offset voltage being previously compensated.

6.2.2. Circuit diagram

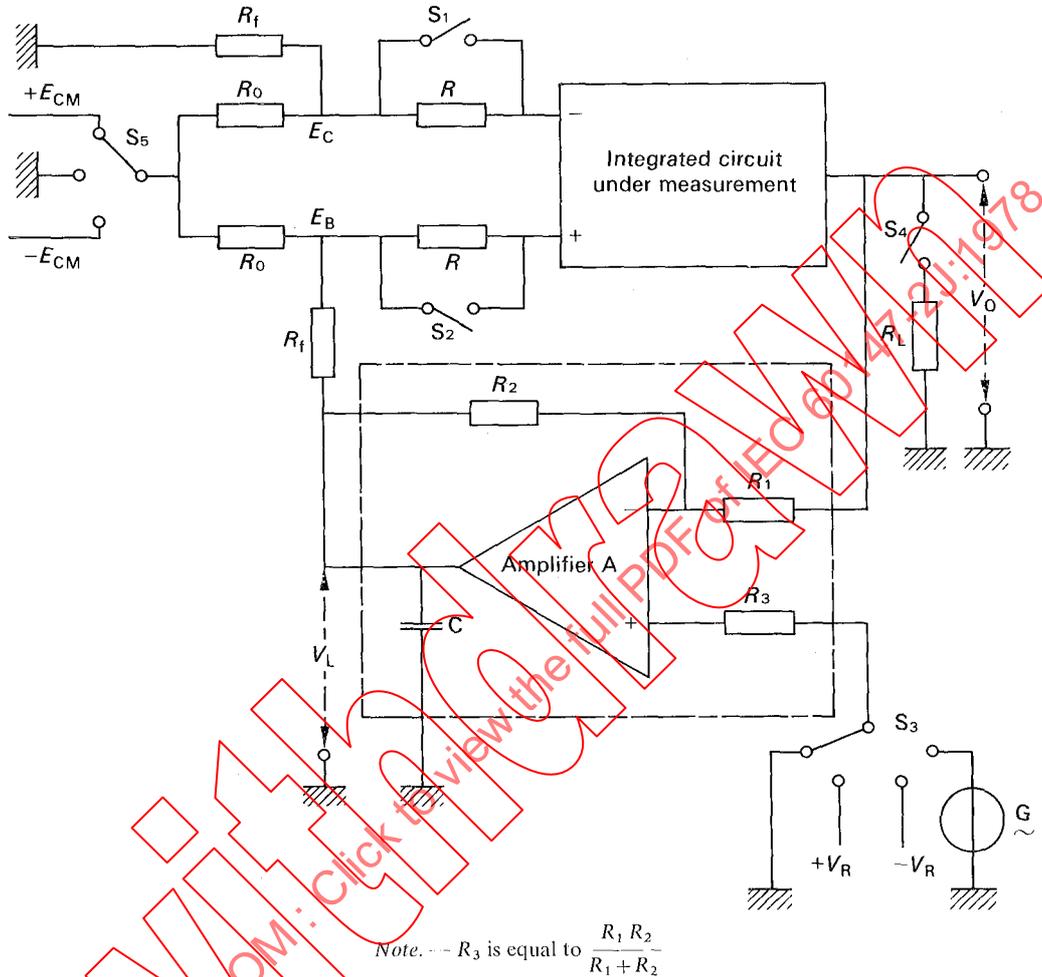


FIG. 11. — General measurement circuit.

6.2.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is inserted in a measuring loop including amplifier A and a divider bridge consisting of resistors R_f and R_0 . The output voltage of amplifier A, V_L , is read on a high impedance voltmeter.

Amplifier A compares V_0 , the output voltage of the amplifier under measurement, and the reference voltage V_R . Voltage V_0 should be equal to zero.

Amplifier A should conform to the requirements given in Sub-clause 1.3. In addition, resistor R_f should be much larger than R_0 . The ratio between R_f and R_0 should be chosen in such a way that voltage V_L does not exceed the output voltage swing of amplifier A. The accuracy of the method of measurement depends on the precision of the values of resistors R_f and R_0 .

6.2.4 *Précautions à prendre*

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

6.2.5 *Exécution*

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 11, page 50.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Les interrupteurs S_1 , S_2 et S_4 étant fermés, relier les commutateurs S_3 et S_5 à la terre.

Noter la valeur de la tension V_L , soit V_{L0} .

Puis ouvrir les interrupteurs S_1 et S_2 .

Noter de nouveau la valeur de la tension V_L , soit V_{L1} .

Le courant de décalage à l'entrée est donné par :

$$I_{10} = k \frac{V_{L1} - V_{L0}}{R}$$

où $k = \frac{R_0}{R_0 + R_f}$

6.2.6 *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédance de charge de sortie.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

7. **Courant de polarisation à l'entrée** [28]

7.1 *Méthode a*

7.1.1 *But*

Mesurer la valeur du (des) courant(s) circulant dans la (les) borne(s) d'entrée d'un amplificateur linéaire intégré.

7.1.2 *Schémas*

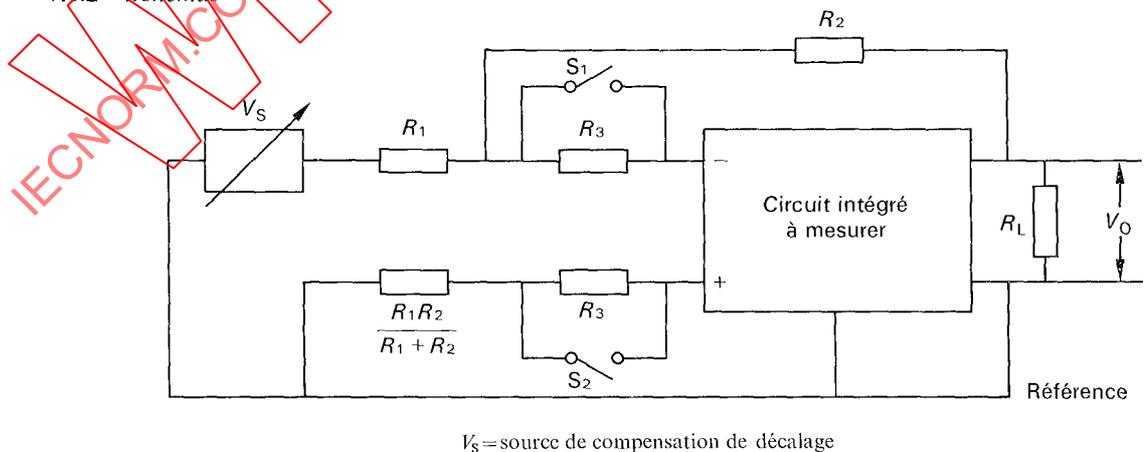


FIG. 12a. — Circuit de mesure; cas des entrées différentielles.

6.2.4 *Precautions to be observed*

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

6.2.5 *Measurement procedure*

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 11, page 51.

The supply voltages are set to the specified values.

With switches S_1 , S_2 and S_4 closed, switches S_3 and S_5 are connected to earth.

The value of the voltage V_L is noted; let this be V_{L0} .

Then switches S_1 and S_2 are opened.

The value of the voltage V_L is again noted; let this be V_{L1} .

The input offset current is given by:

$$I_{10} = k \frac{V_{L1} - V_{L0}}{R}$$

where $k = \frac{R_0}{R_0 + R_f}$

6.2.6 *Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Output load impedance.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

7. **Input bias current** 28

7.1 *Method a*

7.1.1 *Purpose*

To measure the value of the current(s) flowing through the input terminal(s) of an integrated linear amplifier.

7.1.2 *Circuit diagrams*

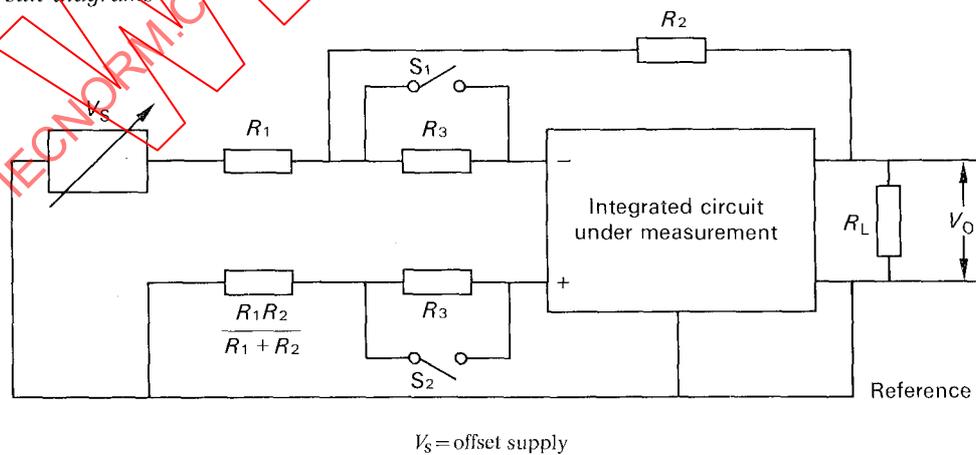


FIG. 12a. — Measurement circuit for differential inputs.

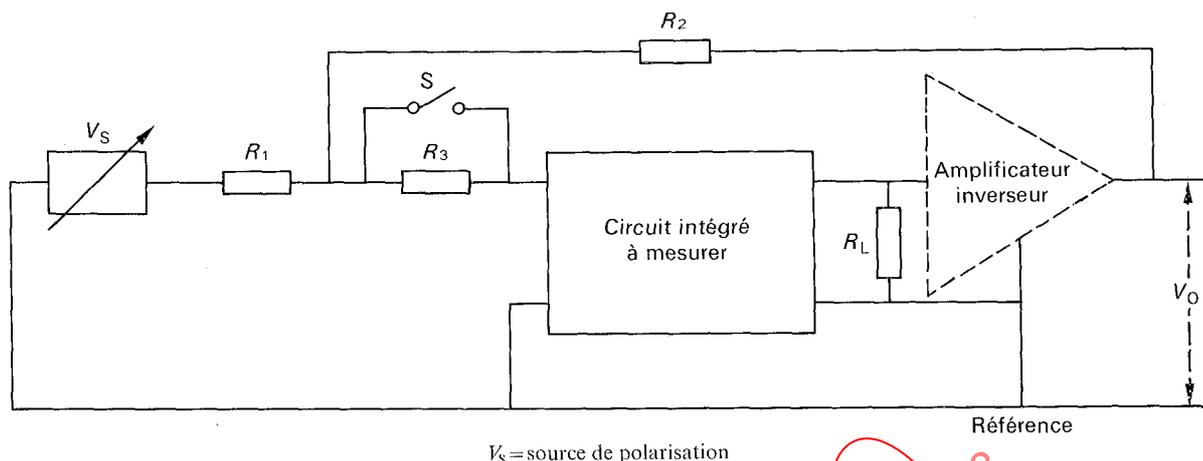


FIG. 12b. — Cas d'une seule entrée.

7.1.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans le circuit de mesure dans les conditions de fonctionnement recommandées; la source de compensation de décalage ou de polarisation à l'entrée est ajustée jusqu'à ce que la tension de sortie soit nulle (ou atteigne une valeur spécifiée). Quand l'amplificateur à une seule entrée n'a pas de sortie inverseuse, on insère un amplificateur inverseur ayant un gain unité, comme il est indiqué dans la figure 12b.

R_2 est choisie pour ne pas être supérieure à l'impédance d'entrée nominale ni inférieure à dix fois l'impédance de sortie de l'amplificateur.

R_1 doit être égale à $R_2/100$ ou à R_2 divisée par un dixième du gain minimal en boucle ouverte (la plus faible des deux valeurs étant retenue).

R_3 ne doit pas être supérieure à l'impédance d'entrée nominale.

La résistance des interrupteurs S_1 et S_2 , quand ils sont ouverts, doit être supérieure à 100 fois la valeur de la résistance R_3 .

La résistance de la source de compensation de décalage doit être suffisamment faible pour que l'erreur due au courant de décalage (ou de polarisation) maximal spécifié soit négligeable devant la tension de décalage (ou de polarisation) maximale spécifiée. L'effet résultant de la mise en série dans chaque entrée d'une résistance connue est noté. Le courant de polarisation à l'entrée est obtenu par calcul.

Note. — Lorsqu'un amplificateur inverseur est nécessaire, son impédance d'entrée doit être au moins dix fois l'impédance de sortie du circuit à mesurer.

7.1.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

7.1.5 Exécution

a) Amplificateur à entrées différentielles

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 12a, page 52. Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Ouvrir S_1 et fermer S_2 . Ajuster la tension de compensation de décalage pour annuler la tension de sortie (ou pour l'amener à la valeur spécifiée V_0). Noter la valeur correspondante, soit V_{S1} .

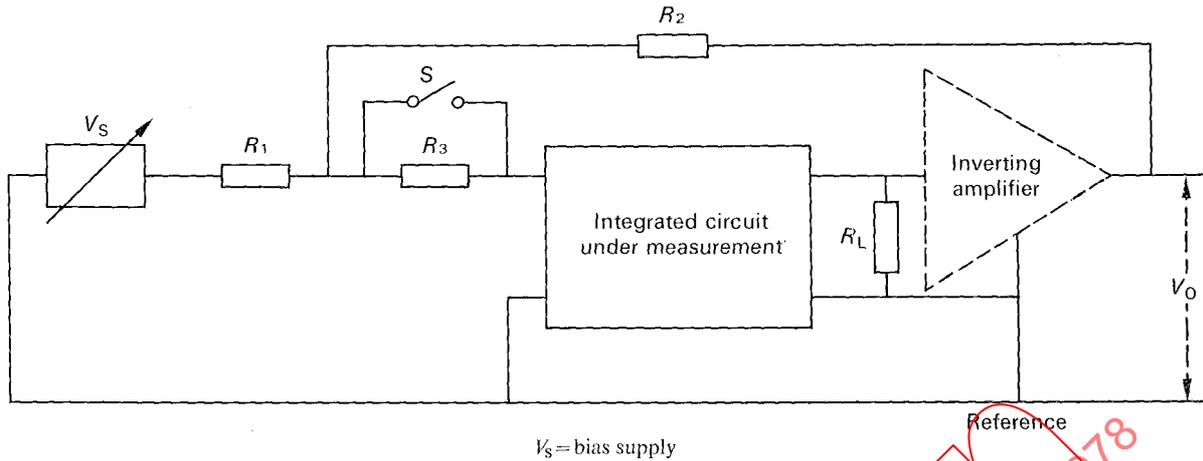


FIG. 12b. — Single-ended input.

7.1.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is connected in the measurement circuit under recommended operating conditions, and the input offset or bias supply voltage adjusted until the output voltage is brought to zero (or a specified value). When the single-ended input amplifier has no inverted output, an inverting amplifier with a gain of one is inserted as shown in Figure 12b.

R_2 should be selected to be neither larger than the nominal input impedance nor less than ten times the output impedance of the amplifier.

R_1 should be equal to R_2 divided by 100 or by one-tenth the minimum open-loop gain, whichever is the smaller.

R_3 should not be larger than the nominal input impedance.

The resistance of switches S_1 and S_2 , when they are in the open-circuit conditions, should be greater than 100 times the value of resistor R_3 .

The resistances of the offset supply shall be low enough to ensure insignificant error due to maximum specified offset (or bias) current as compared with maximum specified offset (or bias) voltage. The effect of inserting a known resistance into each input lead is noted. The input bias current is obtained by calculation.

Note. — Where an inverting amplifier is required, its input impedance shall be at least ten times the output impedance of the circuit under measurement.

7.1.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

7.1.5 Measurement procedure

a) Differential input amplifier

The integrated circuit is connected to the measurement circuit as shown in Figure 12a, page 53. The supply voltages are set to the specified values.

With S_1 open and S_2 closed, the offset voltage supply is adjusted to bring the output voltage to zero (or the specified value V_O), and its value noted; let this be V_{S1} .

Fermer ensuite S_1 et ouvrir S_2 . Ajuster la tension de compensation de décalage pour annuler à nouveau la tension de sortie (ou pour la ramener à la valeur spécifiée V_0). Noter de nouveau la valeur correspondante, soit V_{S2} .

Le courant de polarisation est donné par:

$$I_B = \frac{R_2}{2R_3(R_1 + R_2)} (V_{S1} - V_{S2})$$

Note. -- Cela donne le courant de polarisation moyen dans chaque entrée.

b) *Amplificateur à une seule entrée*

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 12b, page 54.

Relier les sources d'alimentation et de polarisation et les amener aux valeurs spécifiées; s'il y a lieu, connecter comme il est spécifié les réseaux additionnels.

Fermer S , ajuster la tension de polarisation pour annuler la tension de sortie (ou pour l'amener à une valeur spécifiée V_0) et noter la valeur correspondante soit V_{S1} .

Ouvrir S , ajuster la tension de polarisation pour annuler à nouveau la tension de sortie (ou pour la ramener à la valeur spécifiée V_0) et noter la valeur correspondante, soit V_{S2} .

Le courant de polarisation est donné par:

$$I_B = \frac{R_2}{R_3(R_1 + R_2)} (V_{S1} - V_{S2})$$

7.1.6 *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Tension(s) de polarisation.
- Impédance d'entrée nominale.
- Résistance de sortie nominale.
- Gain minimal en boucle ouverte.
- Tension de référence de sortie.
- Résistance de charge de sortie.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

7.2 *Méthode b (applicable seulement aux amplificateurs à entrées différentielles)*

7.2.1 *But*

Mesurer la valeur du courant moyen de polarisation d'un amplificateur linéaire à entrées différentielles, pour annuler la tension de sortie.

S_1 is now closed and S_2 opened. The offset voltage supply is again adjusted to bring the output voltage to zero (or the specified value V_0) and its value noted; let this be V_{S2} .

The bias current is given by:

$$I_B = \frac{R_2}{2R_3(R_1 + R_2)} (V_{S1} - V_{S2})$$

Note. — This gives the average bias current in each terminal.

b) *Single-ended input amplifier*

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 12b, page 55. Power and bias supplies are connected and set to the specified values and, where appropriate, additional networks will be connected as specified.

With S closed, the bias voltage is adjusted to bring the output voltage back to zero (or the specified value V_0) and its value noted; let this be V_{S1} .

With S opened, the bias voltage is again adjusted to bring the output voltage back to zero (or the specified value V_0) and its value noted; let this be V_{S2} .

The bias current is given by:

$$I_B = \frac{R_2}{R_3(R_1 + R_2)} (V_{S1} - V_{S2})$$

7.1.6 *Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Bias voltage(s).
- Nominal input impedance.
- Nominal output resistance.
- Minimum open-loop gain.
- Output reference voltage.
- Output load resistance.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

7.2 *Method b (applicable only to differential input amplifiers)*

7.2.1 *Purpose*

To measure the value of the average bias current of a differential input linear amplifier, to bring the output voltage to zero.

7.2.2 Schéma

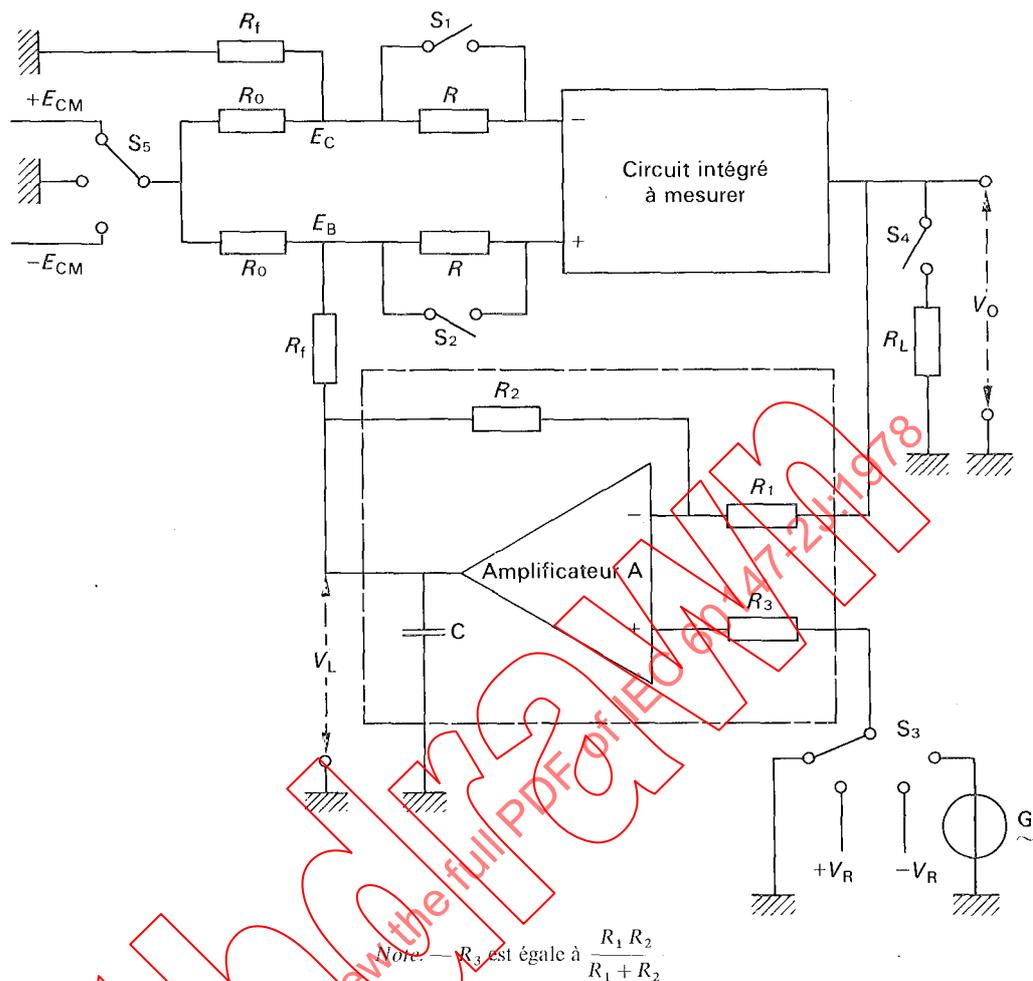


FIG. 13. — Circuit général de mesure.

7.2.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans une boucle de mesure comprenant l'amplificateur A et un pont diviseur constitué par les résistances R_f et R_0 . La tension de sortie de l'amplificateur A, soit V_L , est lue sur un voltmètre à haute impédance. Les résistances R peuvent être court-circuitées par les interrupteurs S_1 et S_2 .

L'amplificateur A compare V_0 , tension de sortie de l'amplificateur à mesurer, et la tension de référence V_R . La tension V_0 doit être nulle.

L'amplificateur A doit satisfaire aux exigences indiquées dans le paragraphe 1.3.

De plus, la résistance R_f doit être très supérieure à R_0 . Le rapport entre R_f et R_0 doit être choisi de telle façon que la tension V_L ne dépasse pas la dynamique de sortie de l'amplificateur A. La précision de la méthode de mesure dépend de la précision sur les valeurs des résistances R_f et R_0 .

7.2.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

7.2.2 Circuit diagram

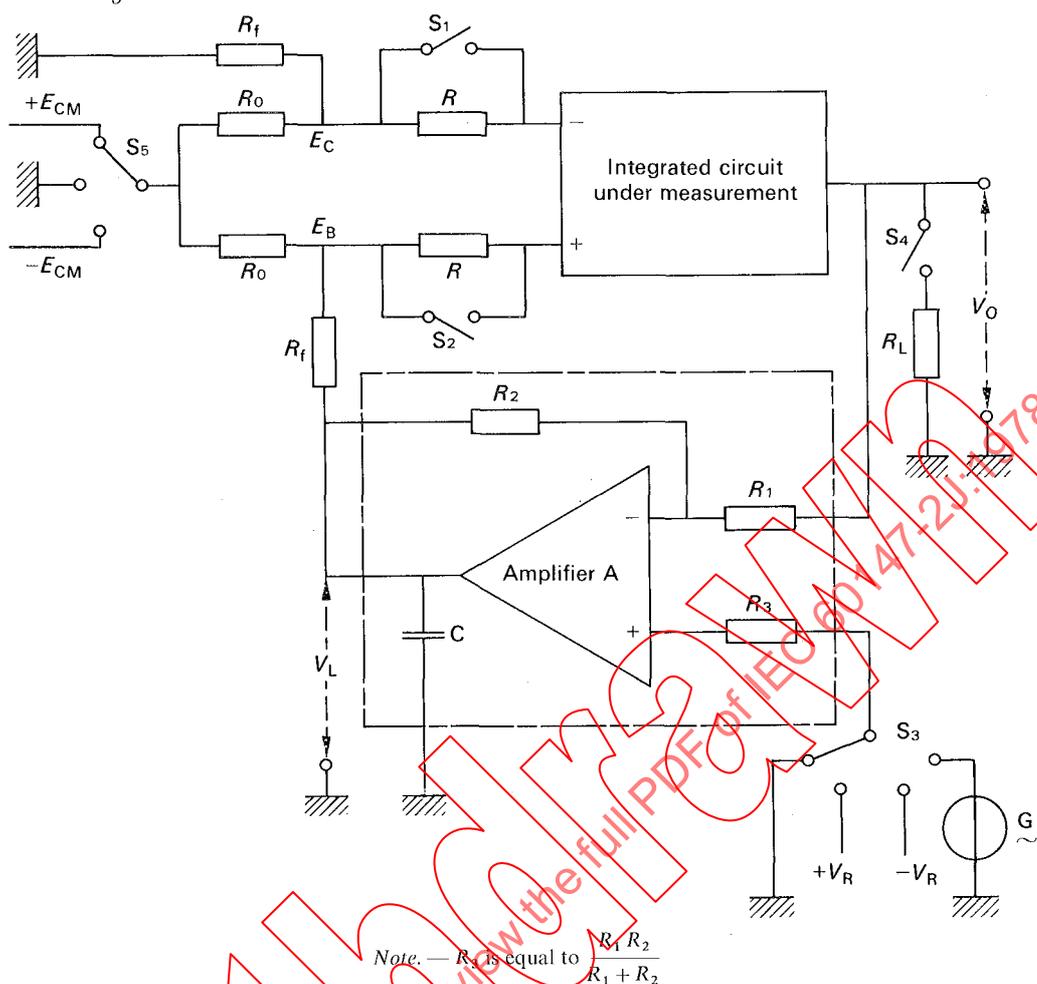


FIG. 13. — General measurement circuit.

7.2.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is inserted in a measuring loop including amplifier A and a divider bridge consisting of resistors R_f and R_0 . The output voltage of amplifier A, V_L , is read on a high impedance voltmeter. Resistors R can be short-circuited by switches S_1 and S_2 .

Amplifier A compares V_O , output voltage of the amplifier under measurement, and the reference voltage V_R . Voltage V_O should be equal to zero.

Amplifier A shall comply with the requirements given in Sub-clause 1.3.

In addition, resistance R_f should be much larger than R_0 . The ratio between R_f and R_0 should be chosen in such a way that voltage V_L does not exceed the output voltage swing of amplifier A. The accuracy of the method of measurement depends on the precision of the values of resistors R_f and R_0 .

7.2.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

7.2.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 13, page 58.
Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Les interrupteurs S_1 et S_4 étant fermés et l'interrupteur S_2 étant ouvert, relier à la terre les commutateurs S_3 et S_5 . Noter la valeur de la tension V_L , soit V_{L2} .

Puis ouvrir l'interrupteur S_1 et fermer S_2 sans modifier la position des autres interrupteurs ou commutateurs. Noter à nouveau la valeur de la tension V_L , soit V_{L3} .

Le courant moyen de polarisation est donné par:

$$I_B = \frac{k(V_{L3} - V_{L2})}{2R}$$

$$\text{où } k = \frac{R_0}{R_0 + R_f}$$

7.2.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédance de charge de sortie.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

8. Coefficient de température de la tension de décalage à l'entrée 29

8.1 But

Mesurer la valeur de la variation de la tension de décalage à l'entrée due à une variation de la température du circuit intégré.

8.2 Description et exigences du circuit

Les méthodes de mesure décrites dans l'article 5, aussi bien méthode a que méthode b, s'appliquent à cette mesure.

8.3 Exécution

Mesurer la tension de décalage à l'entrée, soit V_{S1} , comme il est indiqué à l'article 5, le circuit intégré étant stabilisé à la première température spécifiée t_1 .

Augmenter ensuite la température du circuit intégré jusqu'à l'autre température spécifiée t_2 et attendre la stabilisation; mesurer à nouveau la tension de décalage à l'entrée, soit V_{S2} .

Le coefficient de température de la tension de décalage à l'entrée est donné par:

$$\frac{V_{S2} - V_{S1}}{t_2 - t_1}$$

8.4 Conditions spécifiées

Comme dans les paragraphes 5.1 ou 5.2, suivant la méthode utilisée, plus les valeurs des températures t_1 et t_2 .

7.2.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 13, page 59.

The supply voltages are set to the specified values.

With switches S_1 and S_4 closed and switch S_2 opened, switches S_3 and S_5 are connected to earth. The value of voltage V_L is noted; let this be V_{L2} .

Then switch S_1 is opened and switch S_2 is closed, all other switches remaining unaltered. The value of voltage V_L is again noted; let this be V_{L3} .

The average bias current is given by:

$$I_B = \frac{k(V_{L3} - V_{L2})}{2R}$$

$$\text{where } k = \frac{R_0}{R_0 + R_f}$$

7.2.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Output load impedance.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

8. Input offset voltage temperature coefficient 29

8.1 Purpose

To measure the value of the coefficient of change of input offset voltage caused by a change in integrated circuit temperature.

8.2 Circuit description and requirements

The methods of measurement described in Clause 5, either method a or method b, are applicable for this measurement.

8.3 Measurement procedure

The input offset voltage is measured as described in Clause 5, with the integrated circuit stabilized at the first specified temperature t_1 ; let this value of offset voltage be V_{S1} .

The integrated circuit temperature is then raised and stabilized at the second specified temperature t_2 and the input offset voltage is measured again; let this be V_{S2} .

The input offset voltage temperature coefficient is given by:

$$\frac{V_{S2} - V_{S1}}{t_2 - t_1}$$

8.4 Specified conditions

As in Sub-clause 5.1 or 5.2, according to the method used, plus the values of temperatures t_1 and t_2 .

9. Coefficient de température du courant de décalage à l'entrée 30

9.1 But

Mesurer la valeur du coefficient de température du courant de décalage à l'entrée.

9.2 Description et exigences du circuit

Les méthodes de mesure décrites dans l'article 6, aussi bien méthode a que méthode b, s'appliquent à cette mesure.

9.3 Exécution

Mesurer le courant de décalage à l'entrée, soit I_1 , comme il est indiqué à l'article 6, le circuit intégré étant stabilisé à la première température spécifiée t_1 .

Augmenter ensuite la température du circuit intégré jusqu'à l'autre température spécifiée t_2 , et attendre la stabilisation; mesurer à nouveau le courant de décalage à l'entrée, soit I_2 .

Le coefficient de température du courant de décalage à l'entrée est donné par:

$$\frac{I_2 - I_1}{t_2 - t_1}$$

9.4 Conditions spécifiées

Comme dans les paragraphes 6.1 et 6.2, suivant la méthode utilisée, plus les valeurs des températures t_1 et t_2 .

10. Amplification en tension en boucle ouverte 31

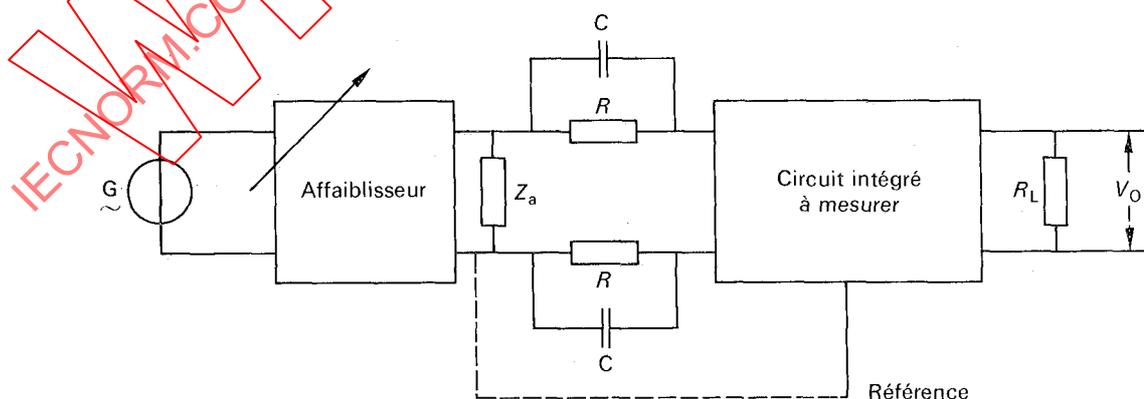
10.1 Méthode a

10.1.1 But

Mesurer la valeur de l'amplification en tension en petits signaux d'un amplificateur linéaire intégré à une fréquence de référence spécifiée.

Note. — Cette méthode peut ne pas être toujours applicable à certains types d'amplificateurs ayant une impédance d'entrée très élevée, par exemple des amplificateurs ayant un étage d'entrée constitué par des transistors à effet de champ.

10.1.2 Schéma



Note. — Z_a est égale à l'impédance caractéristique de l'affaiblisseur (atténuateur).

FIG. 14. — Circuit de mesure.

9. **Input offset current temperature coefficient** 30

9.1 *Purpose*

To measure the value of the temperature coefficient of input offset current.

9.2 *Circuit description and requirements*

The methods of measurement described in Clause 6, either method a or method b, are applicable for this measurement.

9.3 *Measurement procedure*

The input offset current I_1 is measured as described in Clause 6 with the integrated circuit stabilized at the first specified temperature t_1 .

The integrated circuit temperature is then raised and stabilized at the specified second temperature t_2 and the input offset current again measured; let this be I_2 .

The input offset current temperature coefficient is given by:

$$\frac{I_2 - I_1}{t_2 - t_1}$$

9.4 *Specified conditions*

As in Sub-clause 6.1 or 6.2, according to the method used, plus the values of temperatures t_1 and t_2 .

10. **Open-loop voltage amplification** 31

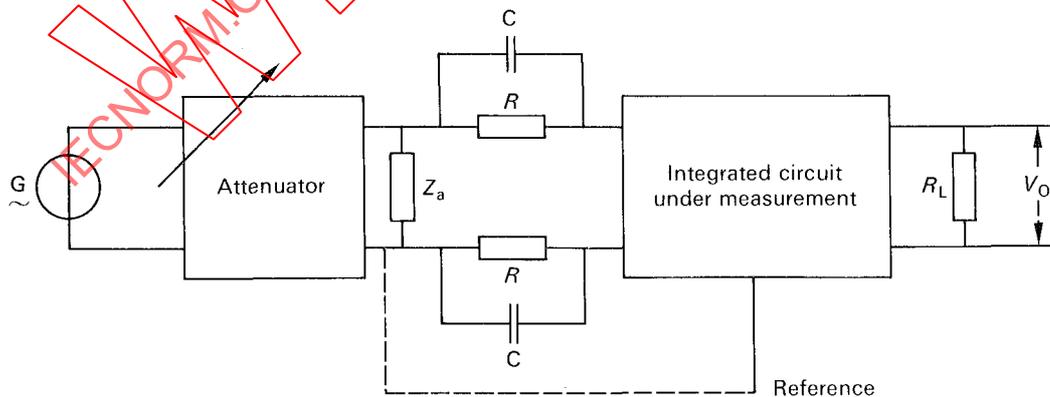
10.1 *Method a*

10.1.1 *Purpose*

To measure the value of the small-signal voltage amplification of an integrated linear amplifier at a specified reference frequency.

Note.— This method may not be applicable to some types of amplifiers having very high input impedance, e.g. amplifiers employing a field-effect transistor input stage.

10.1.2 *Circuit diagram*



Note. — Z_a is equal to the characteristic impedance of the attenuator.

FIG. 14. — Measurement circuit.

10.1.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans le circuit de mesure dans les conditions de fonctionnement recommandées. Le signal d'entrée appliqué à l'affaiblisseur (atténuateur) ayant une valeur connue, on règle l'affaiblisseur (atténuateur) pour donner le même niveau de signal en sortie du circuit intégré. L'amplification est égale alors à la valeur de l'atténuation.

L'impédance de l'affaiblisseur (atténuateur) doit être négligeable vis-à-vis de l'impédance d'entrée de l'amplificateur intégré à mesurer, c'est-à-dire que l'impédance de l'affaiblisseur (atténuateur) doit être inférieure au centième de l'impédance d'entrée.

Les deux résistances R du circuit doivent être toutes les deux égales à l'impédance d'entrée minimale en continu de l'amplificateur à mesurer. Lorsque l'amplificateur a deux entrées dissymétriques, dont l'une est réunie à la masse ou à une tension de référence, on n'utilise qu'une seule résistance, égale à l'impédance d'entrée de l'amplificateur en série avec le générateur de signal.

Voir la note du paragraphe 10.1.1.

Les deux condensateurs doivent avoir une impédance négligeable à la fréquence du signal spécifiée pour la mesure, c'est-à-dire que l'impédance du condensateur doit être inférieure au centième de l'impédance d'entrée.

10.1.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

10.1.5 Exécution

Brancher le circuit intégré à mesurer dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 14, page 62, avec les réseaux additionnels voulus.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Pour la valeur spécifiée du signal d'entrée, ajuster le réglage de l'affaiblisseur (atténuateur) pour obtenir le même niveau de sortie.

L'amplification est alors égale à la valeur de l'atténuation.

10.1.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédance de charge de sortie.
- Réseaux de compensation de polarisation et/ou de décalage.
- Amplitude, fréquence et forme d'onde du signal d'entrée.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

10.2 Méthode b (applicable seulement aux amplificateurs linéaires à entrées différentielles)

10.2.1 But

Mesurer l'amplification en tension continue d'un amplificateur linéaire à entrées différentielles.

10.1.3 *Circuit description and requirements*

The integrated linear amplifier under measurement is connected in the measurement circuit under recommended operating conditions. The signal input to the attenuator is set to a known level, the attenuator is adjusted to give the same signal level at the output of the integrated circuit. The amplification is then equal to the value of the attenuation.

The attenuator impedance should be insignificant compared with the input impedance of the amplifier under measurement, i.e. the attenuator impedance should be less than one-hundredth of the input impedance.

Each of the two resistors R in the measurement circuit should be equal to minimum d.c. input impedance of the amplifier. Where the amplifier has a single-ended input with one terminal connected to the reference line, one resistor, equal in value to the input impedance of the amplifier, shall be used in series with the signal generator only.

Refer to the note in Sub-clause 10.1.1.

The two capacitors should offer negligible impedance at the frequency of the signal specified for the measurement, i.e. capacitor impedance should be less than one-hundredth of the input impedance.

10.1.4 *Precautions to be observed*

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

10.1.5 *Measurement procedure*

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 14, page 63, together with any additional networks.

The supply voltages are set to the specified values.

With the specified signal input, the attenuator shall be adjusted to give the same level of output.

The amplification will be then equal to the value of the attenuation.

10.1.6 *Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Output load impedance.
- Bias and/or offset compensating networks.
- Input signal level, frequency and waveform.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

10.2 *Method b (applicable only to differential input linear amplifiers)*

10.2.1 *Purpose*

To measure the value of the d.c. voltage amplification of a differential input linear amplifier.

10.2.2 Schéma

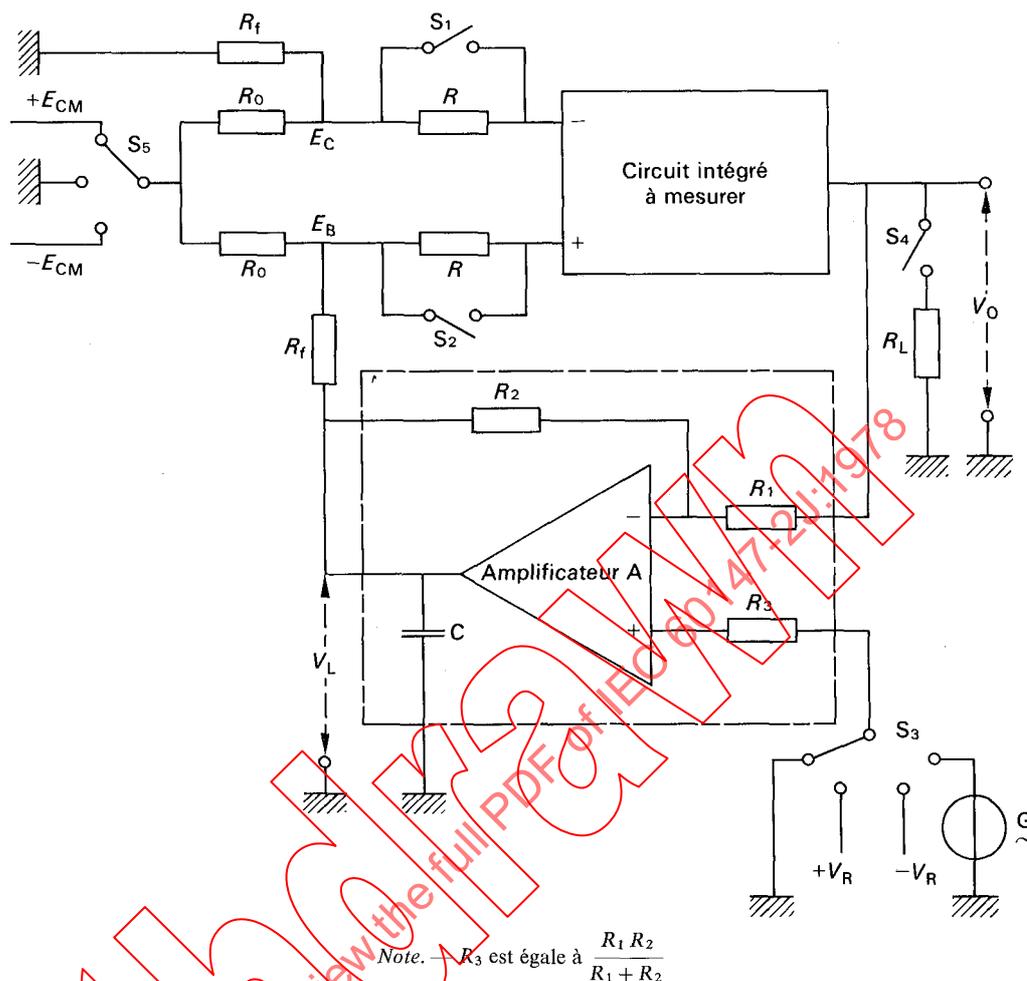


FIG. 15. — Circuit général de mesure.

10.2.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans une boucle de mesure comprenant l'amplificateur A et un pont diviseur constitué par les résistances R_f et R_0 .

On lit la tension de sortie de l'amplificateur A, soit V_L , sur un voltmètre à forte impédance. Les résistances R sont court-circuitées par les interrupteurs S_1 et S_2 .

L'amplificateur A compare V_0 , tension de sortie de l'amplificateur à mesurer, et la tension de référence V_R .

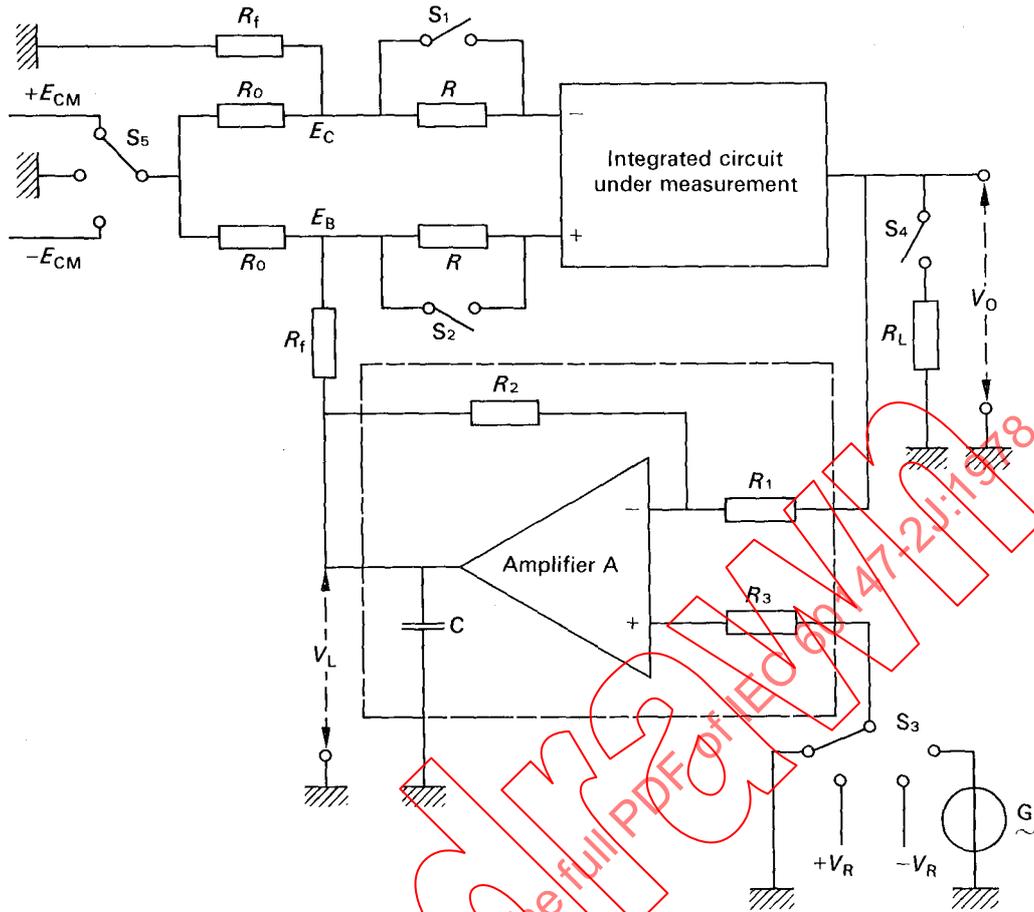
L'amplificateur A doit satisfaire aux exigences indiquées dans le paragraphe 1.3.

De plus, la résistance R_f doit être très supérieure à R_0 . Le rapport entre R_f et R_0 doit être choisi de telle façon que la tension V_L ne dépasse pas la dynamique de sortie de l'amplificateur A. La précision de la méthode de mesure dépend de la précision sur les valeurs des résistances R_f et R_0 .

10.2.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

10.2.2 Circuit diagram



Note — R_3 is equal to $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

FIG. 15. General measurement circuit.

10.2.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is inserted in a measuring loop including amplifier A and a divider bridge consisting of resistors R_f and R_0 .

The output voltage of amplifier A, V_L , is read on a high impedance voltmeter. Resistors R are short-circuited by switches S_1 and S_2 .

Amplifier A compares V_0 , the output voltage of the amplifier under measurement, and the reference voltage V_R .

Amplifier A should conform with the requirements given in Sub-clause 1.3.

In addition, resistor R_f should be much larger than R_0 . The ratio between R_f and R_0 should be chosen in such a way that voltage V_L does not exceed the output voltage swing of amplifier A. The accuracy of the method of measurement depends on the precision of the values of resistors R_f and R_0 .

10.2.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

10.2.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 15, page 66.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Relier le commutateur S_5 à la terre.

Les interrupteurs S_1 , S_2 et S_4 étant fermés, et S_3 étant connecté à la terre, mettre la tension de référence à la masse.

Relier alors le commutateur S_3 à $+V_R$. Lire la valeur de V_L , soit V_{L4} .

Relier ensuite le commutateur S_3 à $-V_R$. Lire à nouveau la valeur de V_L , soit V_{L5} .

L'amplification en tension en continu est donnée par :

$$A_v = \frac{2V_R}{k(V_{L4} - V_{L5})}$$

$$\text{où } k = \frac{R_0}{R_0 + R_f}$$

10.2.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Résistance de charge de sortie.
- Valeur de la tension de référence V_R .
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

11. Fréquence(s) de coupure 32

11.1 But

Mesurer la (les) fréquence(s) de coupure d'un amplificateur linéaire intégré.

Note. — Cette méthode peut ne pas s'appliquer à certains types d'amplificateurs ayant une impédance d'entrée très élevée, par exemple des amplificateurs ayant un étage d'entrée constitué par des transistors à effet de champ.

11.2 Schéma

Voir la figure 14, page 62.

11.3 Description et exigences du circuit

La méthode de mesure décrite à l'article 10, méthode *a*, s'applique.

11.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

11.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 14, avec les réseaux additionnels spécifiés.

10.2.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 15, page 67.

The supply voltages are set to the specified values.

Switch S_5 is connected to earth.

With switches S_1 , S_2 and S_4 closed, and S_3 connected to earth, the reference voltage is set to zero.

Switch S_3 is then connected to $+V_R$. The value of V_L is noted; let this be V_{L4} .

Switch S_3 is then connected to $-V_R$. The value of V_L is again noted; let this be V_{L5} .

The d.c. voltage amplification is given by:

$$A_v = \frac{2V_R}{k(V_{L4} - V_{L5})}$$

$$\text{where } k = \frac{R_0}{R_0 + R_f}$$

10.2.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Output load resistance.
- Value of reference voltage V_R .
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

11. Cut-off frequency (frequencies) [32]

11.1 Purpose

To measure the value of the cut-off frequency (frequencies) of an integrated linear amplifier.

Note. — This method may not be applicable to some types of amplifiers having very high input impedance, e.g. amplifiers employing a field-effect transistor input stage.

11.2 Circuit diagram

See Figure 14, page 63.

11.3 Circuit description and requirements

The method of measurement described in Clause 10, method *a*, is applicable.

11.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

11.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 14, together with any specified additional networks.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Toutes les autres conditions d'entrée restant constantes, augmenter la fréquence à l'entrée jusqu'à ce que le niveau de sortie ne soit plus que 0,707 fois celui pour la fréquence de référence. Noter la fréquence à l'entrée.

S'il y a lieu, réduire alors la fréquence à l'entrée en dessous de la fréquence de référence jusqu'à ce que la tension de sortie atteigne à nouveau 0,707 fois celle pour la fréquence de référence. Noter la fréquence d'entrée.

Ces deux fréquences sont les fréquences de coupure supérieure et, s'il y a lieu, inférieure (à 3 dB) de l'amplificateur linéaire intégré.

11.6 Conditions spécifiées

Comme au paragraphe 10.1.6, plus la fréquence de référence.

12. Taux de réjection en mode commun 33

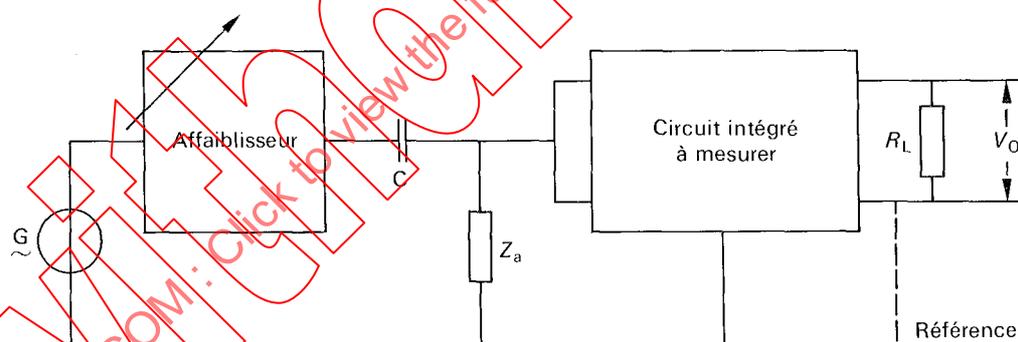
12.1 Méthode a (mesure en alternatif)

12.1.1 But

Mesurer la valeur du taux de réjection en mode commun d'un amplificateur linéaire à entrées différentielles.

Note. — Cette méthode peut ne pas s'appliquer à certains types d'amplificateurs ayant une impédance d'entrée très élevée, par exemple des amplificateurs ayant un étage d'entrée constitué par des transistors à effet de champ.

12.1.2 Schéma



Note. — Z_a est égale à l'impédance caractéristique de l'affaiblisseur (atténuateur).

FIG. 16. — Circuit de mesure.

12.1.3 Description et exigences du circuit

L'impédance de l'affaiblisseur (atténuateur) doit être négligeable vis-à-vis de l'impédance d'entrée de l'amplificateur à mesurer, c'est-à-dire qu'elle doit être inférieure au centième de l'impédance d'entrée.

L'impédance du condensateur doit être négligeable par rapport à l'impédance de l'affaiblisseur (atténuateur).

12.1.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

The supply voltages are set to the specified values.

With all other input conditions remaining constant, the input frequency is raised until the output level has fallen to 0.707 of the output level at the reference frequency. The input frequency is noted.

When appropriate, the input frequency is then reduced below the reference frequency until once again the output voltage falls to 0.707 of the output voltage at the reference frequency. The input frequency is noted.

These two frequencies are the upper and, when appropriate, the lower cut-off frequencies (3 dB points) of the integrated linear amplifier.

11.6 Specified conditions

As in Sub-clause 10.1.6, plus the reference frequency.

12. Common-mode rejection ratio 33

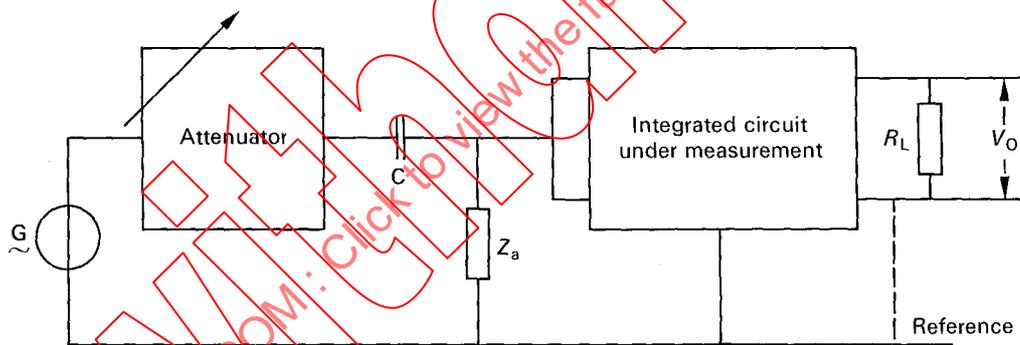
12.1 Method a (a.c. measurement)

12.1.1 Purpose

To measure the value of the common-mode rejection ratio of a differential input linear amplifier.

Note. — This method may not be applicable to some types of amplifiers having very high input impedance, e.g. amplifiers employing a field-effect transistor input stage.

12.1.2 Circuit diagram



Note. — Z_a is equal to the characteristic impedance of the attenuator.

FIG. 16. — Measurement circuit.

12.1.3 Circuit description and requirements

The attenuator impedance should be insignificant compared with the input impedance of the amplifier under measurement, i.e. it should be less than one-hundredth of the input impedance.

The capacitor impedance should be insignificant compared with the attenuator impedance.

12.1.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

12.1.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 16, page 70.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Pour une valeur spécifiée du signal d'entrée, régler l'affaiblisseur (atténuateur) pour obtenir le même niveau de sortie du circuit intégré.

L'amplification en mode commun est alors égale à la valeur de l'atténuation.

L'amplification différentielle est mesurée comme il est indiqué au paragraphe 10.1.6. Le taux de réjection en mode commun est calculé comme étant le rapport de l'amplification différentielle et de l'amplification en mode commun.

Note. — Il est possible que l'amplification en mode commun soit relativement faible.

Dans ce cas, le circuit de mesure doit être modifié comme il est indiqué dans la figure 17, de façon à comprendre un deuxième affaiblisseur (atténuateur). L'amplification en mode commun est alors la différence entre les lectures des affaiblisseurs (atténuateurs) pour une tension de sortie donnée.

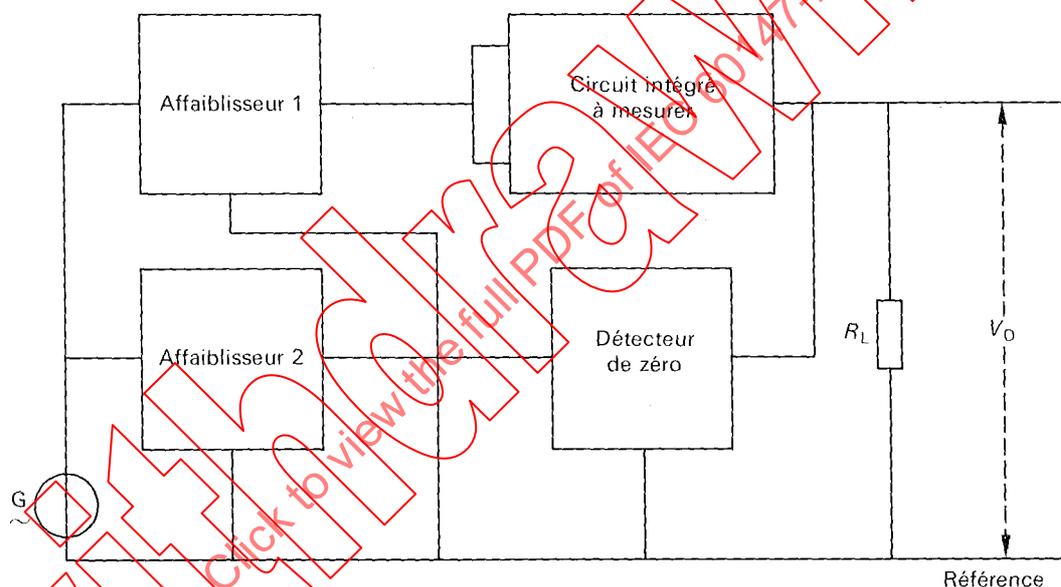


FIG. 17. — Circuit de mesure.

12.1.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédances de source et de charge.
- Réseau(x) de compensation de polarisation et/ou de décalage.
- Amplitude, fréquence et forme d'onde du signal d'entrée.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

12.2 Méthode b (mesure en continu)

12.2.1 But

Mesurer la valeur du taux de réjection en mode commun d'un amplificateur à entrées différentielles.

12.1.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 16, page 71.

Supply voltages are set to the specified values.

With specified input signal, the attenuator is adjusted to give the same level of output of the integrated circuit.

The common-mode amplification will then be equal to the value of the attenuation.

The differential amplification is measured as described in Sub-clause 10.1.6. The common-mode rejection ratio is calculated as the ratio of differential amplification and common-mode amplification.

Note. — It is possible that the common-mode amplification might be relatively small.

In this case, the measurement circuit should be modified as shown in Figure 17, to include a second attenuator. The common-mode amplification is then the difference between the attenuator readings for a given output voltage.

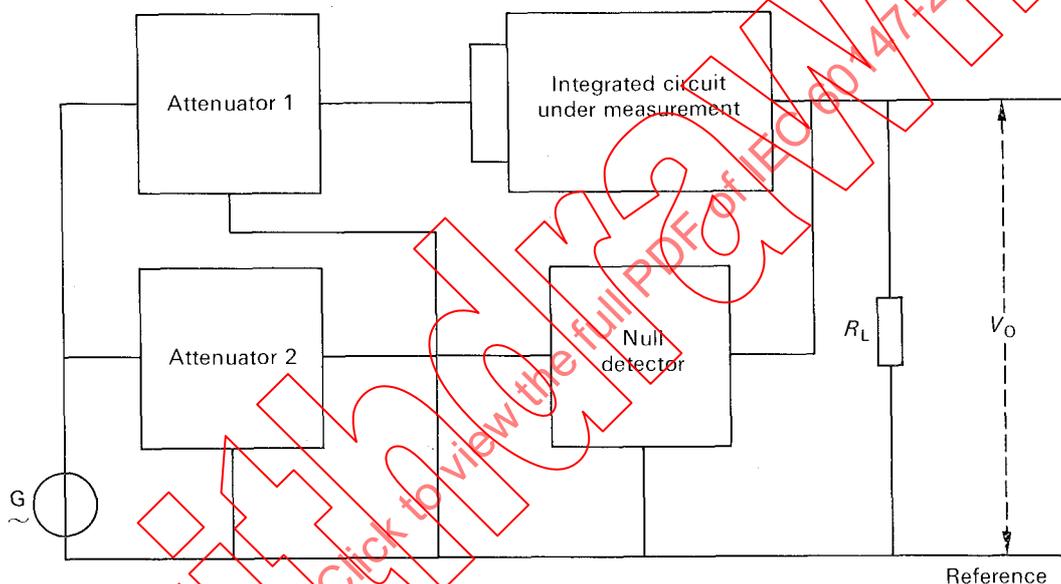


FIG. 17. — Measurement circuit.

12.1.6 Specified conditions

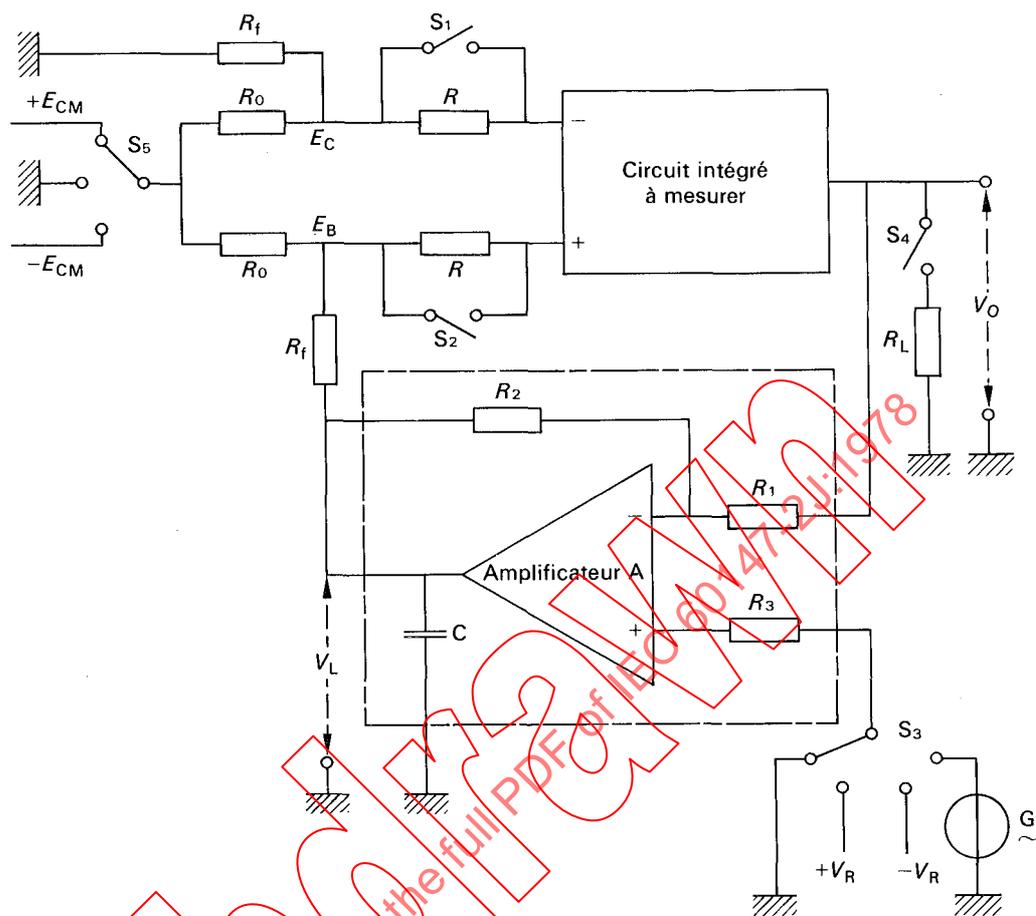
- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Source and load impedances.
- Bias and/or offset compensating network(s).
- Input signal level, frequency and waveform.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

12.2 Method b (d.c. measurement)

12.2.1 Purpose

To measure the value of the common-mode rejection ratio of a differential input amplifier.

12.2.2 Schéma



Note. — R_3 est égale à $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

FIG. 18. — Circuit général de mesure.

12.2.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans une boucle de mesure comprenant l'amplificateur A et un pont diviseur constitué par les résistances R_f et R_0 .

La tension de sortie de l'amplificateur A, soit V_L , est lue sur un voltmètre à haute impédance. Les résistances R sont court-circuitées par les interrupteurs S_1 et S_2 .

L'amplificateur A compare V_0 , tension de sortie de l'amplificateur à mesurer, et la tension de référence V_R . La tension V_0 doit être nulle.

L'amplificateur A doit satisfaire aux exigences indiquées dans le paragraphe 1.3.

De plus, la résistance R_f doit être très supérieure à R_0 . Le rapport entre R_f et R_0 doit être choisi de telle façon que la tension V_L ne dépasse pas la dynamique de sortie de l'amplificateur A. La précision de la méthode de mesure dépend de la précision sur les valeurs des résistances R_f et R_0 .

12.2.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

12.2.2 Circuit diagram

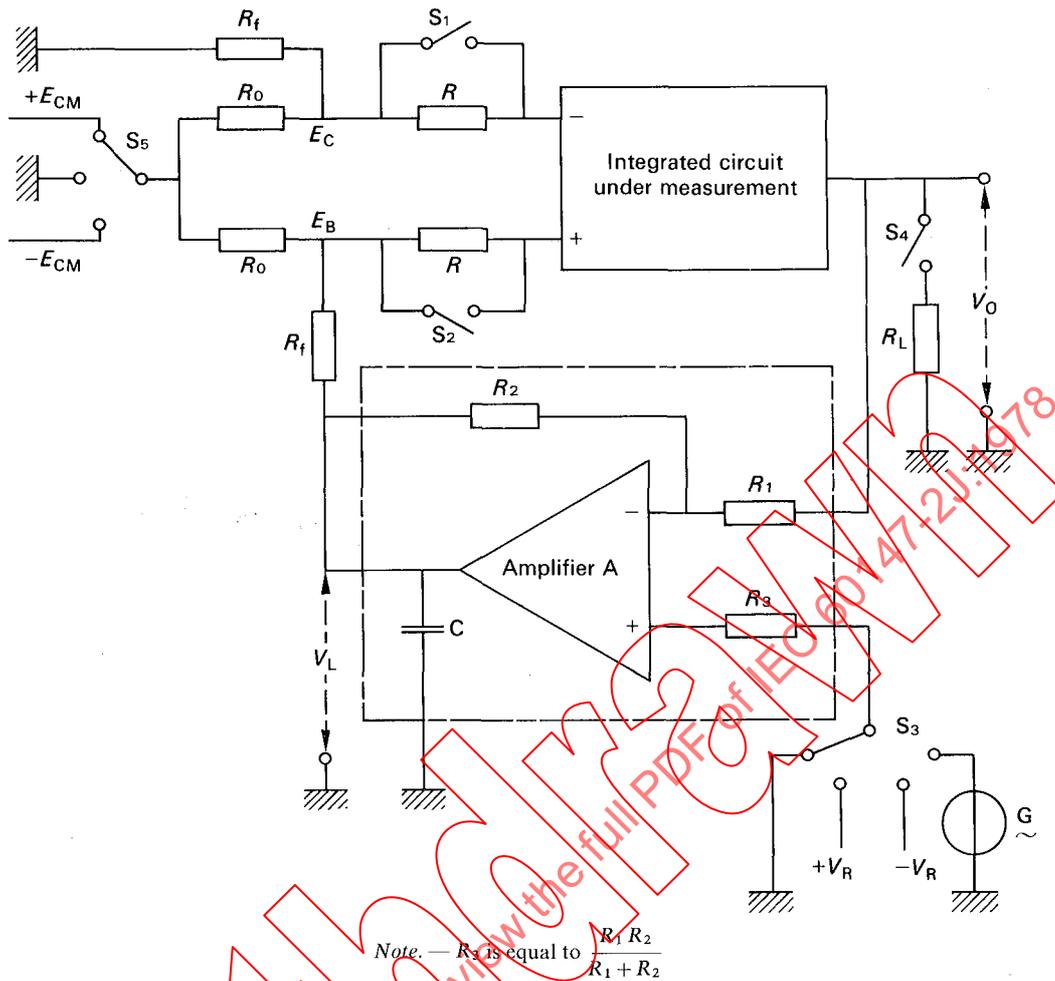


FIG. 18. — General measurement circuit.

12.2.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is inserted in a measuring loop including amplifier A and a divider bridge consisting of resistors R_f and R_0 .

The output voltage of amplifier A, V_L , is read on a high impedance voltmeter. Resistors R are short-circuited by switches S_1 and S_2 .

Amplifier A compares V_O , the output voltage of the amplifier under measurement, and the reference voltage V_R . Voltage V_O should be equal to zero.

Amplifier A should conform to the requirements given in Sub-clause 1.3.

In addition, resistor R_f should be much larger than R_0 . The ratio between R_f and R_0 should be chosen in such a way that voltage V_L does not exceed the output voltage range of amplifier A. The accuracy of the method of measurement depends on the precision of the values of resistors R_f and R_0 .

12.2.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

12.2.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 18, page 74.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Les interrupteurs S_1 , S_2 et S_4 étant fermés, relier le commutateur S_3 à la terre.

Le commutateur S_5 étant relié à $+E_{CM}$, lire la valeur de V_L , soit V_{L6} .

Le commutateur S_5 étant ensuite relié à $-E_{CM}$, lire à nouveau la valeur de V_L , soit V_{L7} .

Le taux de réjection en mode commun est donné par :

$$k_{CMR} = \frac{R_f}{R_0} \frac{2E_{CM}}{V_{L7} - V_{L6}}$$

12.2.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédance de charge de sortie.
- Valeur de la tension E_{CM} .
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

13. Taux de réjection des alimentations 34

13.1 Méthode a

13.1.1 But

Mesurer la valeur du taux de réjection d'un amplificateur à une variation de la tension d'alimentation.

13.1.2 Schémas

Figure 8a, page 40 (cas des entrées différentielles).

Figure 8b, page 40 (cas d'une seule entrée).

13.1.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans le circuit de mesure dans les conditions de fonctionnement recommandées, et la tension de compensation de décalage ou de polarisation est ajustée jusqu'à ce que la tension de sortie soit nulle (ou atteigne une valeur spécifiée). Lorsque l'amplificateur à entrées dissymétriques n'a pas de sortie inverseuse, on insère dans le circuit un amplificateur inverseur ayant un gain de 1 comme il est indiqué dans la figure 8b.

R_2 doit être choisie de façon à ne pas être supérieure à l'impédance d'entrée nominale ni inférieure à dix fois l'impédance de sortie de l'amplificateur. R_1 doit être égale à $R_2/100$ ou à R_2 divisée par un dixième du gain minimal en boucle ouverte (la plus faible des deux valeurs étant retenue).

La résistance de la source de compensation de décalage doit être suffisamment faible pour que l'erreur due au courant de décalage (ou de polarisation) maximal spécifié soit négligeable vis-à-vis de la tension de décalage (ou de polarisation) maximale spécifiée.

Note. — Lorsqu'un amplificateur inverseur est nécessaire pour la mesure d'un amplificateur non inverseur, son impédance d'entrée doit être au moins égale à dix fois l'impédance de sortie du circuit.

12.2.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 18, page 75.

The supply voltages are set to the specified values.

Switches S_1 , S_2 and S_4 are closed, and switch S_3 is connected to earth.

Switch S_5 is connected to $+E_{CM}$. The value of V_L is noted; let this be V_{L6} .

Switch S_5 is then connected to $-E_{CM}$. The value of V_L is again noted; let this be V_{L7} .

The common-mode rejection ratio is given by:

$$k_{CMR} = \frac{R_f}{R_0} \frac{2E_{CM}}{V_{L7} - V_{L6}}$$

12.2.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Output load impedance.
- Magnitude of voltage E_{CM} .
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

13. Supply voltage rejection ratio 34

13.1 Method a

13.1.1 Purpose

To measure the value of the rejection ratio of an amplifier to a change of the supply voltage.

13.1.2 Circuit diagrams

See Figure 8a, page 41; differential inputs.

See Figure 8b, page 41; single-ended input.

13.1.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is connected in the measurement circuit under recommended operating conditions, and the input offset or bias supply voltage is adjusted until the output voltage is brought to zero (or a specified value). Where the single-ended input amplifier has no inverted output, an inverting amplifier with a gain of one is inserted in the circuit as shown in Figure 8b.

R_2 should be selected to be neither larger than the nominal input impedance nor less than ten times the output impedance of the amplifier. R_1 should be equal to R_2 divided by 100 or by one-tenth the minimum open-loop gain, whichever is the smaller.

The resistance of the offset supply should be low enough to ensure insignificant error due to the maximum specified offset (or bias) current, compared with the maximum specified offset (or bias) voltage.

Note. — Where an inverting amplifier is required for use with a non-inverting amplifier, its input impedance shall be at least ten times the output impedance of the circuit under measurement.

13.1.4 *Précautions à prendre*

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales.

13.1.5 *Exécution*

Brancher le circuit intégré à mesurer dans le circuit de mesure, comme il est indiqué dans la figure 8a ou dans la figure 8b, page 40.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Connecter tous les circuits supplémentaires comme il est spécifié.

Ajuster la tension de compensation de décalage ou de polarisation pour annuler la tension de sortie (ou pour l'amener à la valeur spécifiée), et lire sa valeur.

Augmenter chaque tension d'alimentation successivement d'une quantité spécifiée, et à chaque fois ramener la tension de sortie à zéro (ou à la valeur spécifiée) par une variation appropriée de la tension de compensation du décalage (ou de la polarisation) dont, à chaque fois, on note la valeur.

Diviser la variation de tension d'alimentation par la variation correspondante de la tension de compensation de décalage ou de polarisation: le quotient donne le taux de réjection dans chaque cas.

13.1.6 *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Résistance de charge de sortie.
- Tension de référence de sortie.
- Résistance d'entrée nominale.
- Résistance de sortie nominale.
- Gain minimal en boucle ouverte.
- Variation de la tension d'alimentation pour la mesure.
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

13.2 *Méthode b*

13.2.1 *But*

Mesurer la valeur du taux de réjection des alimentations d'un amplificateur linéaire à entrées différentielles pour une variation de toutes les tensions d'alimentation simultanément.

13.1.4 *Precautions to be observed*

See Sub-clause 1.2 on general precautions.

13.1.5 *Measurement procedure*

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown either in Figures 8a or 8b, page 41.

The supply voltages are set to the specified values.

Any additional network will be connected as specified.

The voltage of the offset or bias supply is adjusted to bring the output voltage to zero (or the specified value) and its value noted.

Each supply voltage is raised in turn by a specified amount, and each time the output voltage is brought back to zero (or the specified value) by an appropriate change of the offset (or bias) supply voltage whose value is noted in each case.

The change in supply voltage is divided by the change in offset or bias voltage, and the result gives the rejection ratio in each case.

13.1.6 *Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Output load resistance.
- Output reference voltage.
- Nominal input resistance.
- Nominal output resistance.
- Minimum open-loop gain.
- Change of supply voltage for measurement.
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

13.2 *Method b*

13.2.1 *Purpose*

To measure the value of the supply voltage rejection ratio of a differential input linear amplifier to a change of all supply voltages simultaneously.

13.2.2 Schéma

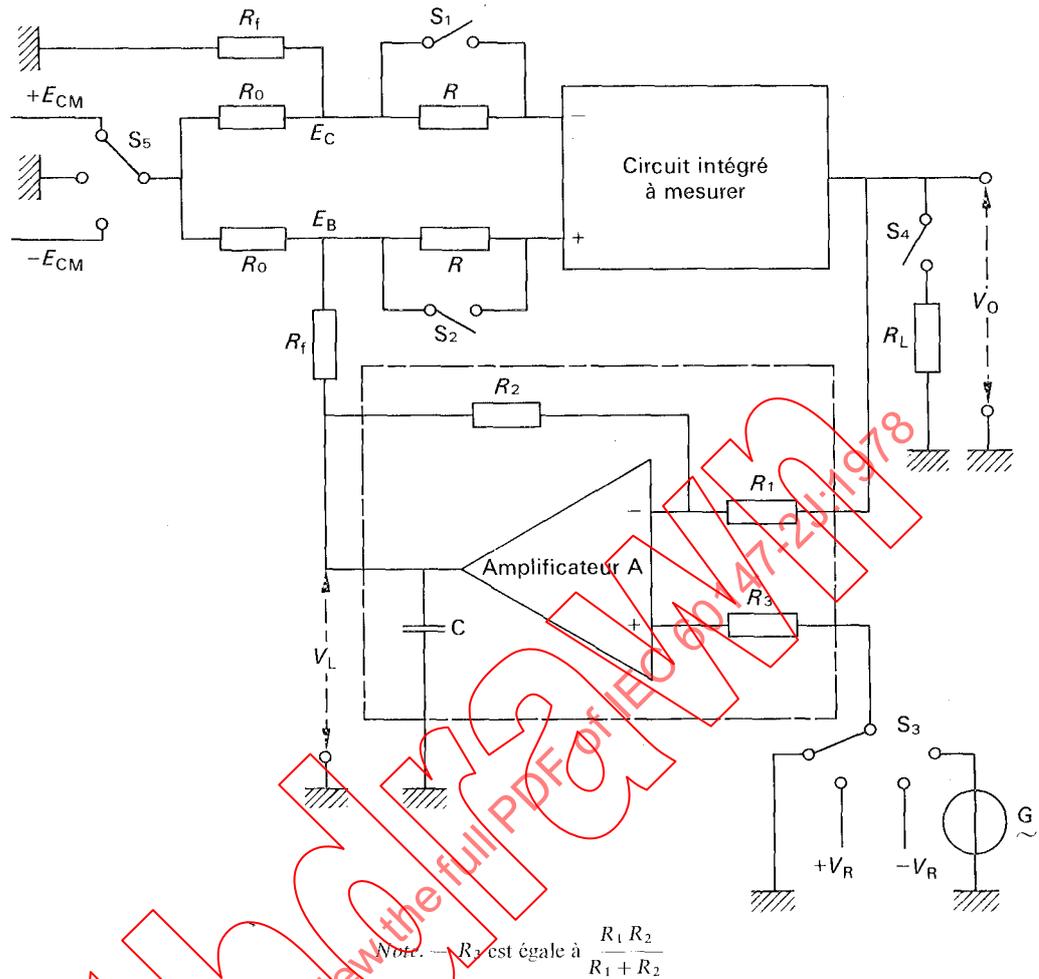


FIG. 19. — Circuit général de mesure.

13.2.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans une boucle de mesure comprenant l'amplificateur A et un pont diviseur constitué par les résistances R_f et R_0 . La tension de sortie de l'amplificateur A, soit V_L , est lue sur un voltmètre à haute impédance. Les résistances R sont court-circuitées par les interrupteurs S_1 et S_2 .

L'amplificateur A compare V_0 , tension de sortie de l'amplificateur à mesurer, et la tension de référence V_R . La tension V_0 doit être nulle.

L'amplificateur A doit satisfaire aux exigences indiquées dans le paragraphe 1.3. De plus, la résistance R_f doit être très supérieure à R_0 ; le rapport entre R_f et R_0 doit être choisi de telle façon que la tension V_L ne dépasse pas la dynamique de sortie de l'amplificateur A. La précision de la méthode dépend de la précision sur les valeurs des résistances R_f et R_0 .

13.2.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales; en outre si les variations des tensions d'alimentation sont également appliquées à l'amplificateur additionnel A, il est alors nécessaire de s'assurer que le taux de réjection des alimentations de A n'est pas inférieur à celui de l'amplificateur à mesurer.

13.2.2 Circuit diagram

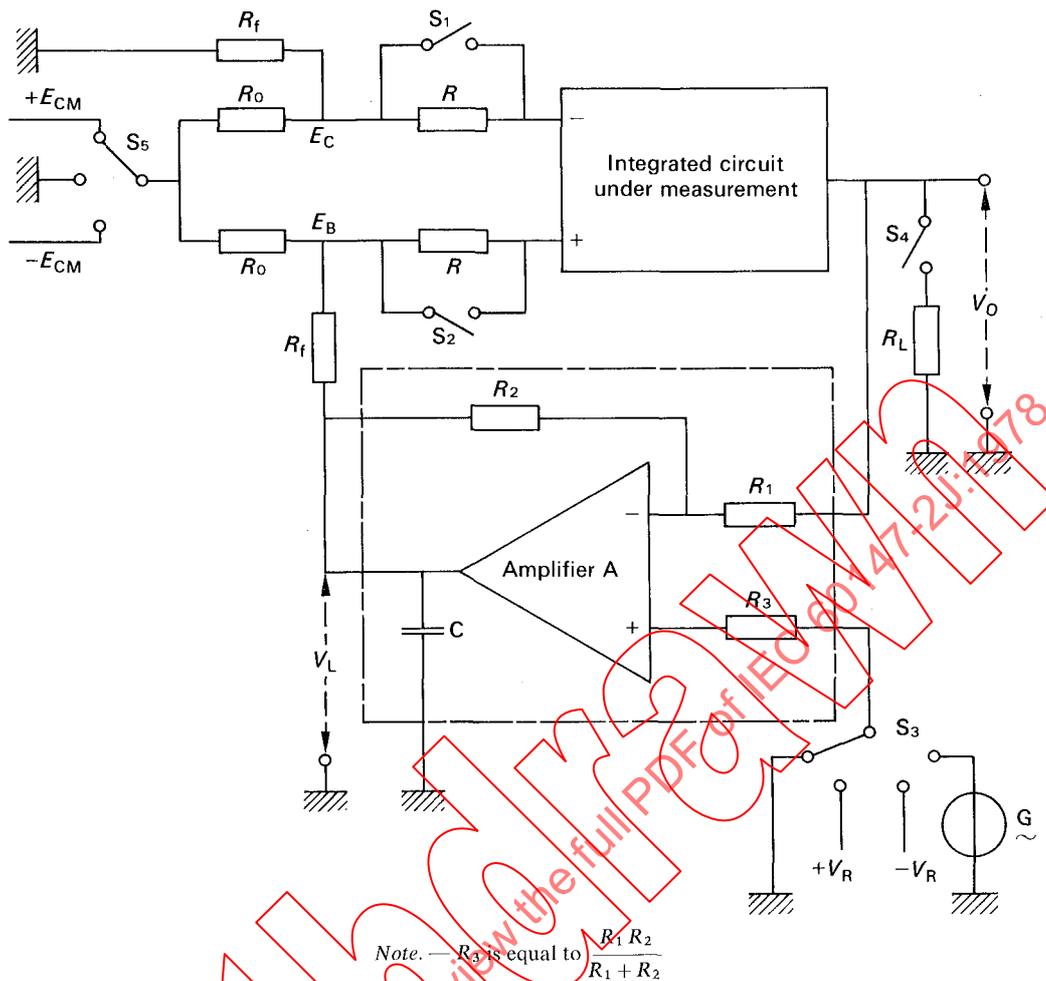


FIG. 19. — General measurement circuit.

13.2.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is inserted in a measuring loop including amplifier A and a divider bridge consisting of resistors R_f and R_0 . The output voltage of amplifier A, V_L , is read on a high impedance voltmeter. Resistors are short-circuited by switches S_1 and S_2 .

Amplifier A compares V_0 , the output voltage of the amplifier under measurement, and the reference voltage V_R . Voltage V_0 should be equal to zero.

Amplifier A should conform to the requirements given in Sub-clause 1.3. In addition, resistor R_f should be much larger than R_0 ; the ratio between R_f et R_0 should be chosen in such a way that the voltage V_L does not exceed the output voltage swing of amplifier A. The accuracy of the method depends on the precision of the values of resistors R_f and R_0 .

13.2.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions; in addition, if the changes in the supply voltages are also applied to the additional amplifier A, then it is necessary to ensure that the supply voltage rejection ratio of A is not less than that of the amplifier under measurement.

13.2.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 19, page 80.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Les interrupteurs S_1 , S_2 et S_4 étant fermés, relier les commutateurs S_3 et S_5 à la terre. Lire la valeur de la tension V_L , soit V_{L8} .

Puis appliquer les variations spécifiées $\Delta V_{CC} = B|V_{CC}|$ aux tensions d'alimentation:

a) dans le sens positif; noter la valeur de la tension V_L , soit V_{L9} ;

b) dans le sens négatif; noter la valeur de la tension V_L , soit V_{L10} .

Les deux valeurs du taux de réjection des alimentations sont données par:

$$k_{SVR1} = \frac{1}{k} \frac{\Delta V_{CC1} + \Delta V_{CC2} + \dots + \Delta V_{CCn}}{V_{L9} - V_{L8}}$$

$$k_{SVR2} = \frac{1}{k} \frac{\Delta V_{CC1} + \Delta V_{CC2} + \dots + \Delta V_{CCn}}{V_{L10} - V_{L8}}$$

où $k = \frac{R_0}{R_0 + R_f}$

Ce procédé donne les valeurs du taux de réjection des alimentations dans le cas où toutes les tensions d'alimentation varient simultanément. Pour obtenir les valeurs dans le cas où seule une tension d'alimentation varie, les autres tensions d'alimentation sont maintenues à leur valeur nominale; les équations indiquées ci-dessus doivent être modifiées en conséquence.

13.2.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédance de charge de sortie.
- Variation relative des tensions d'alimentation pour la mesure, B .
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

14. Dynamique de sortie (mesure en courant continu seulement) pour les amplificateurs différentiels 35

14.1 But

Mesurer la valeur de la dynamique de sortie d'un amplificateur linéaire pour l'écrêtage maximal.

13.2.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 19, page 81.

Supply voltages are set to the specified values.

With switches S_1 , S_2 and S_4 closed, switches S_3 and S_5 are connected to earth. The value of voltage V_L is noted; let this be V_{L8} .

Then specified changes $\Delta V_{CC} = B|V_{CC}|$ are applied to supply voltages:

- a) in the positive direction, and the value of voltage V_L is noted; let this be V_{L9} ;
- b) in the negative direction, and the value of voltage V_L is noted; let this be V_{L10} .

The two values of the supply voltage rejection ratio are given by:

$$k_{SVR1} = \frac{1}{k} \frac{\Delta V_{CC1} + \Delta V_{CC2} + \dots + \Delta V_{CCn}}{V_{L9} - V_{L8}}$$

$$k_{SVR2} = \frac{1}{k} \frac{\Delta V_{CC1} + \Delta V_{CC2} + \dots + \Delta V_{CCn}}{V_{L10} - V_{L8}}$$

where $k = \frac{R_o}{R_o + R_f}$

This procedure gives the values of the supply voltage rejection ratio for the case when all supply voltages are changed simultaneously. In order to obtain the values for the cases when only one supply voltage is changed, the remaining supply voltages are maintained at their nominal values; the equations given above should be modified accordingly.

13.2.6 Specified conditions

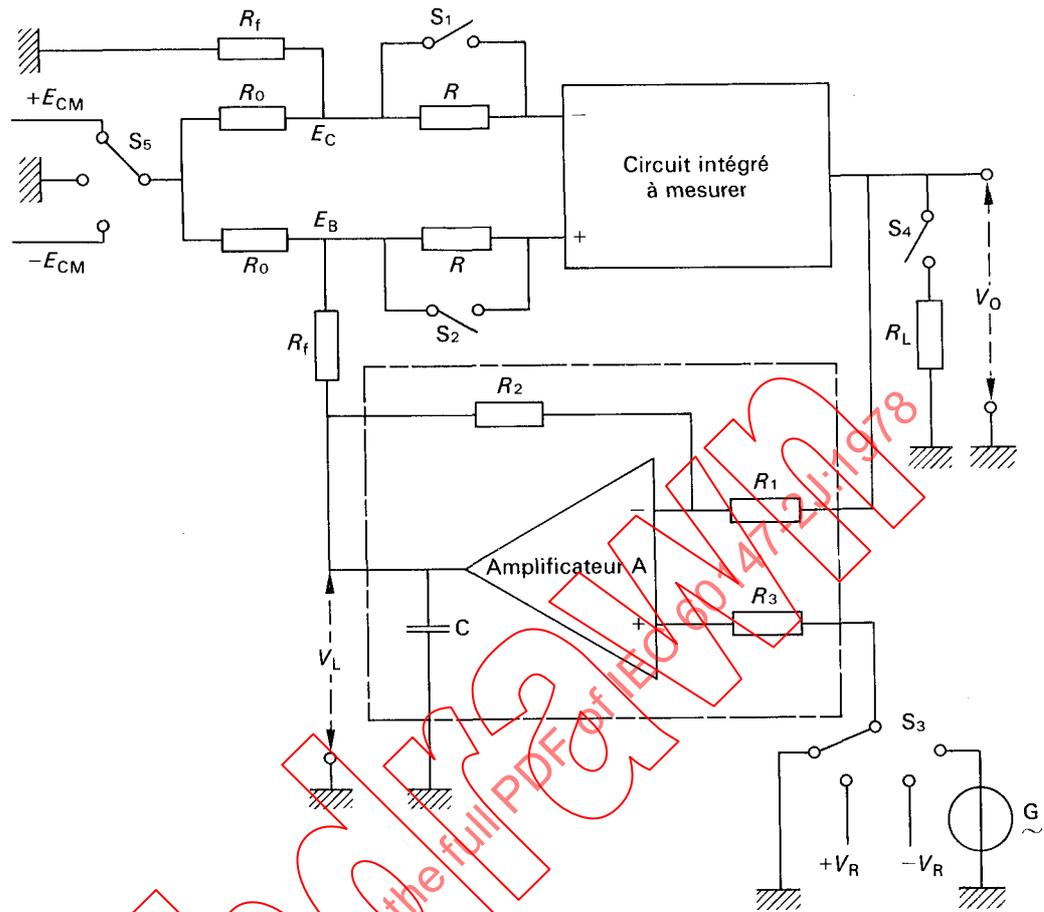
- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Output load impedance.
- Relative supply voltage change for measurement, B .
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

14. Output voltage range (d.c. measurement only) for differential amplifiers 35

14.1 Purpose

To measure the value of the output voltage range of a linear amplifier for maximum clipping.

14.2 Schéma



Note. — R_3 est égale à $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

FIG. 26. — Circuit général de mesure.

14.3 Description et exigences du circuit

L'amplificateur linéaire intégré à mesurer est branché dans une boucle de mesure comprenant l'amplificateur A et un pont diviseur constitué par les résistances R_f et R_0 . La tension de sortie V_0 est lue sur un voltmètre à haute impédance. Les résistances R sont court-circuitées par les interrupteurs S_1 et S_2 .

L'amplificateur A compare V_0 , tension de sortie de l'amplificateur à mesurer, à une valeur connue de la tension de référence V_R .

L'amplificateur A doit satisfaire aux exigences indiquées dans le paragraphe 1.3.

De plus, la résistance R_f doit être très supérieure à R_0 . Le rapport entre R_f et R_0 doit être choisi de telle façon que la tension V_L ne dépasse pas la dynamique de sortie de l'amplificateur A.

14.4 Précautions à prendre

Voir le paragraphe 1.2 sur les précautions générales; en outre, on doit veiller à éviter les courants de sortie exagérés du circuit intégré à mesurer, s'il n'y a pas moyen de limiter le courant.

Pour éviter l'erreur due à un courant exagéré traversant la résistance R_1 , il est nécessaire d'avoir $R_1 \gg R_L$.

14.2 Circuit diagram

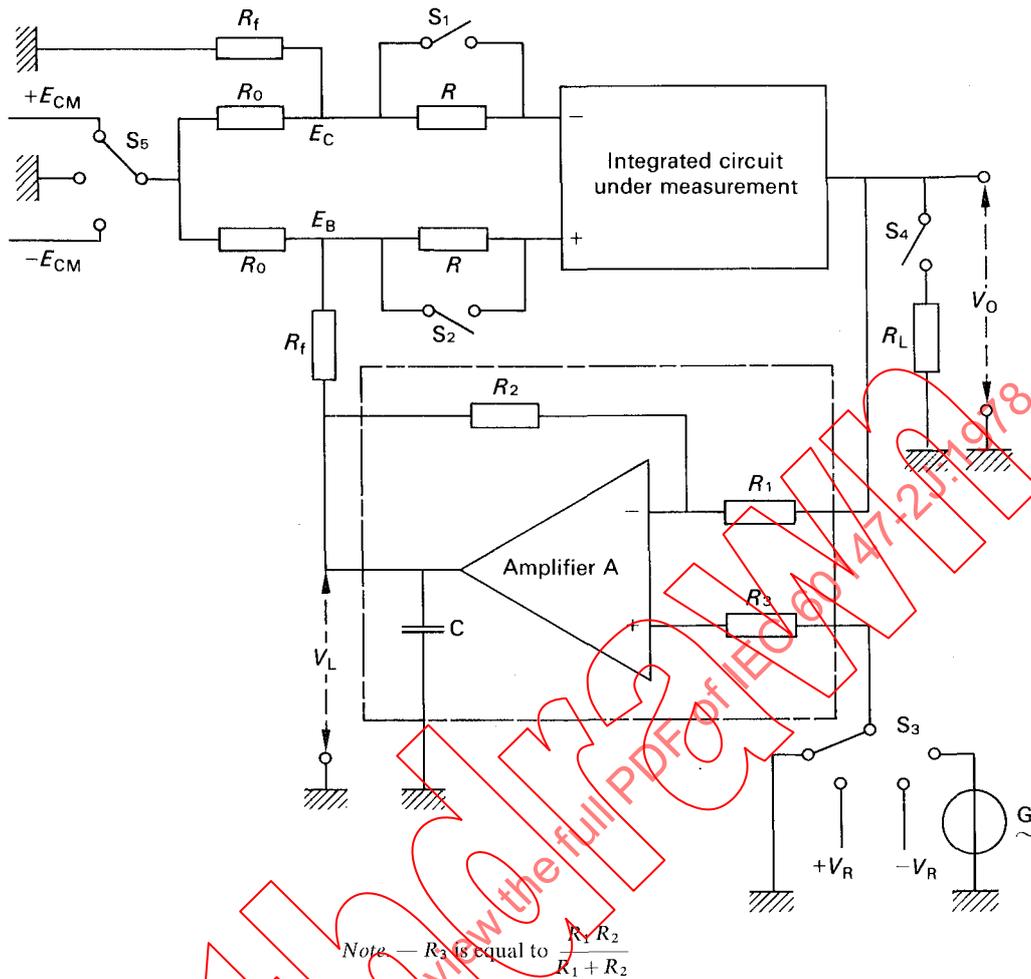


FIG. 20 — General measurement circuit.

14.3 Circuit description and requirements

The integrated linear amplifier under measurement is inserted in a measuring loop including an amplifier A and a divider bridge consisting of resistors R_f and R_0 . The output voltage V_O is read on a high impedance voltmeter. Resistors R are short-circuited by switches S_1 and S_2 .

Amplifier A compares V_O , the output voltage of the amplifier under measurement, with a known value of the reference voltage V_R .

Amplifier A should conform to the requirements given in Sub-clause 1.3.

In addition, resistor R_f should be much larger than R_0 . The ratio between R_f and R_0 should be chosen in such a way that voltage V_L does not exceed the output voltage swing of amplifier A.

14.4 Precautions to be observed

See Sub-clause 1.2 on general precautions; in addition, care should be taken to avoid excessive output currents of the integrated circuit under measurement, if it has no means for current limitation.

To avoid error due to excessive current being drawn by resistor R_1 , it is necessary to make $R_1 \gg R_L$.

14.5 Exécution

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure, comme il est indiqué dans la figure 20, page 84.

Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Les interrupteurs S_1 , S_2 et S_4 étant fermés, le commutateur S_5 étant réuni à la terre, relier le commutateur S_3 à une tension de référence positive $+V_R$ (qui doit être supérieure à 50% du domaine de tensions de sortie prévu). Lire la tension de sortie V_O , soit V_{O1} .

Relier ensuite le commutateur S_3 à une tension de référence égale en valeur absolue mais négative $-V_R$. Lire à nouveau la tension de sortie V_O , soit V_{O2} .

La dynamique de sortie est donnée par:

$$|V_{O1}| + |V_{O2}|$$

pourvu que $|V_{O1}| < V_R$ et $|V_{O2}| < V_R$.

14.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Impédance de la source d'entrée.
- Impédance de charge de sortie.
- Tension de référence V_R .
- Conditions pour les autres bornes.
- Réseaux additionnels, s'il y a lieu.

15. Temps de réponse 39

15.1 But

Mesurer la valeur des temps de réponse (temps de délai, temps de transition, temps de vacillement et temps de réponse total) des amplificateurs opérationnels, dans des conditions en petits signaux.

14.5 Measurement procedure

The integrated circuit is connected in the measurement circuit as shown in Figure 20, page 85.

Supply voltages are set to the specified values.

With switches S_1 , S_2 and S_4 closed, switch S_5 is connected to earth, switch S_3 is connected to a positive reference voltage $+V_R$ (which should be greater than 50% of the expected output voltage range) and the output voltage V_O is noted; let this be V_{O1} .

Switch S_3 is then connected to an equal negative reference voltage $-V_R$ and the output voltage V_O is again noted; let this be V_{O2} .

The output voltage range is given by:

$$|V_{O1}| + |V_{O2}|$$

provided that $|V_{O1}| < V_R$ and $|V_{O2}| < V_R$.

14.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Power supply voltage(s).
- Input source impedance.
- Output load impedance.
- Reference voltage V_R .
- Conditions at other terminals.
- Additional networks, where appropriate.

15. Response times 39

15.1 Purpose

To measure the value of the response times (delay time, slope time, ripple time, and total response time) of operational amplifiers under small-signal conditions.

15.2 Schéma

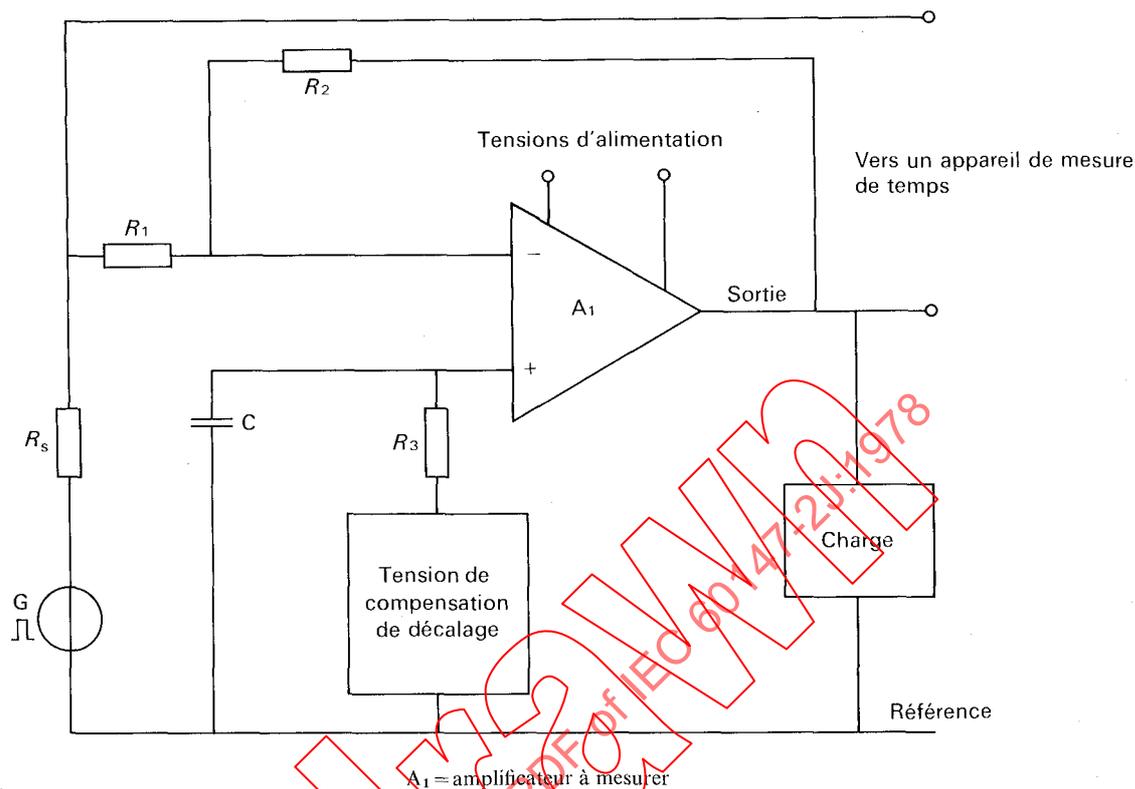


FIG. 21 — Circuit de mesure.

15.3 Description et exigences du circuit

La résistance R_1 et la résistance de contre-réaction R_2 sont telles que la configuration de gain unité est obtenue ($R_1 = R_2$).

Pour un gain A_v plus grand que l'unité, ces résistances sont telles que :

$$-\frac{R_2}{R_1} = \frac{V_o}{V_i} = A_v$$

Les deux résistances R_1 et R_2 doivent être choisies telles, qu'ensemble, avec la capacité aux bornes d'entrée, elles forment une constante de temps à la borne d'entrée qui est négligeable devant le temps de montée de l'amplificateur à mesurer. De plus, les résistances R_1 et R_2 doivent être respectivement beaucoup plus grandes que la résistance de sortie R_s du générateur d'impulsions

et que la résistance de sortie du circuit intégré. La valeur de R_3 est égale à $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$. Pour les ampli-

ificateurs ayant des bornes séparées pour l'annulation de la tension de décalage, les instructions du fabricant relatives à la compensation de décalage doivent être suivies.

Tout réseau de compensation de phase devant être utilisé avec l'amplificateur doit être connecté.

Le condensateur C doit présenter une impédance négligeable, à la fréquence de répétition de l'impulsion, devant la valeur des résistances R_1 et R_2 .

La durée de l'impulsion doit être longue comparée au temps de réponse total de l'amplificateur.

15.2 Circuit diagram

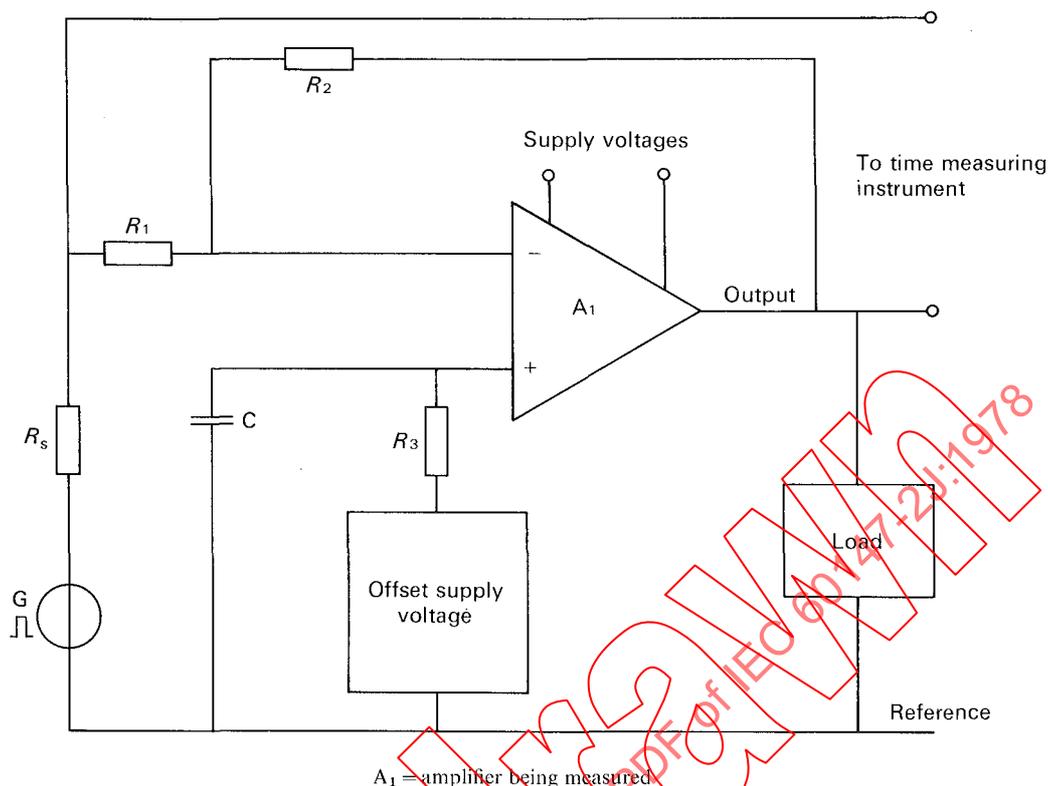


FIG. 21 — Measurement circuit.

15.3 Circuit description and requirements

For unity amplification configuration, resistor R_1 and feedback resistor R_2 are equal.

For amplification A_v greater than unity, those resistors are such that:

$$-\frac{R_2}{R_1} = \frac{V_o}{V_i} = A_v.$$

The two resistors R_1 and R_2 should be chosen so that, together with the capacitance across the input terminals, they produce a time constant at the input terminal that is negligible compared with the rise time of the amplifier being measured. In addition, resistors R_1 and R_2 should be very much greater respectively than the output resistance R_s of the pulse generator and the output resistance of the integrated circuit. The value of R_3 is equal to $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$. For amplifiers with

separate null offset terminal(s), the manufacturer's instructions for offset compensation should be followed.

Any phase compensation network to be used with the amplifier shall be connected.

Capacitor C shall offer a negligible impedance at the pulse repetition frequency compared with the value of resistors R_1 and R_2 .

The pulse duration should be long compared with the total response time of the amplifier.

Les temps de montée et de descente du générateur d'impulsions doivent être négligeables devant le temps de délai du circuit intégré en mesure.

Il faut prendre soin de s'assurer que l'adaptation du générateur d'impulsions est correcte.

15.4 Précautions à observer

L'amplitude du signal de sortie doit être suffisamment faible pour que les temps de transition ne soient pas limités par la pente maximale de la tension de sortie, c'est-à-dire que les conditions en petits signaux soient applicables.

15.5 Exécution

Régler la température ambiante ou celle d'un point de référence à la valeur spécifiée.

Brancher le circuit intégré dans le circuit de mesure comme il est indiqué dans la figure 21, page 88. Régler les tensions d'alimentation aux valeurs spécifiées, si approprié. Ajuster la tension d'alimentation de compensation de décalage afin d'amener la tension de sortie à zéro (ou à une valeur spécifiée).

Régler le générateur d'impulsions pour obtenir la durée et la fréquence d'impulsions spécifiées et ajuster son amplitude afin que les conditions en petits signaux s'appliquent (voir le paragraphe 15.4 sur les précautions).

On peut mesurer les caractéristiques suivantes (temps de délai, temps de transition, temps de vacillement et temps de réponse total) avec un instrument de mesure de temps sur l'impulsion de sortie, par exemple avec un oscilloscope à double trace, comme il est indiqué dans l'exemple de la figure 22.

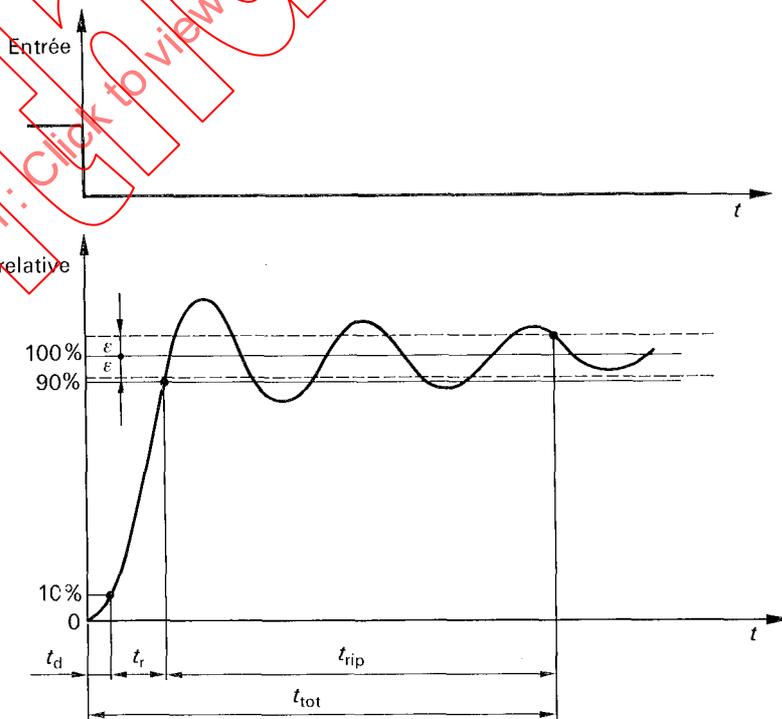


FIG. 22. — Exemple de temps de réponse.

The pulse generator rise and fall times shall be negligible in comparison with the delay time of the integrated circuit being measured.

Care should be taken to ensure correct termination of the pulse generator.

15.4 Precautions to be observed

The output signal amplitude shall be sufficiently small for the slope times not to be limited by the maximum available rate of change of output voltage, i.e. small-signal conditions apply.

15.5 Measurement procedure

The ambient or reference point temperature is set to the specified value.

The integrated circuit is connected in the measurement circuit, as shown in Figure 21, page 89. The supply voltages are set to their specified values, when appropriate. The offset voltage supply is adjusted to bring the output voltage to zero (or to a specified value).

The pulse generator is set to give the specified pulse duration and frequency and the amplitude is adjusted so that small-signal conditions apply (see Sub-clause 15.4 on precautions).

The following characteristics (delay time, slope time, ripple time and total response time) can be measured by a time measuring instrument from the output pulse, e.g. a dual-beam oscilloscope, as shown in the example of Figure 22.

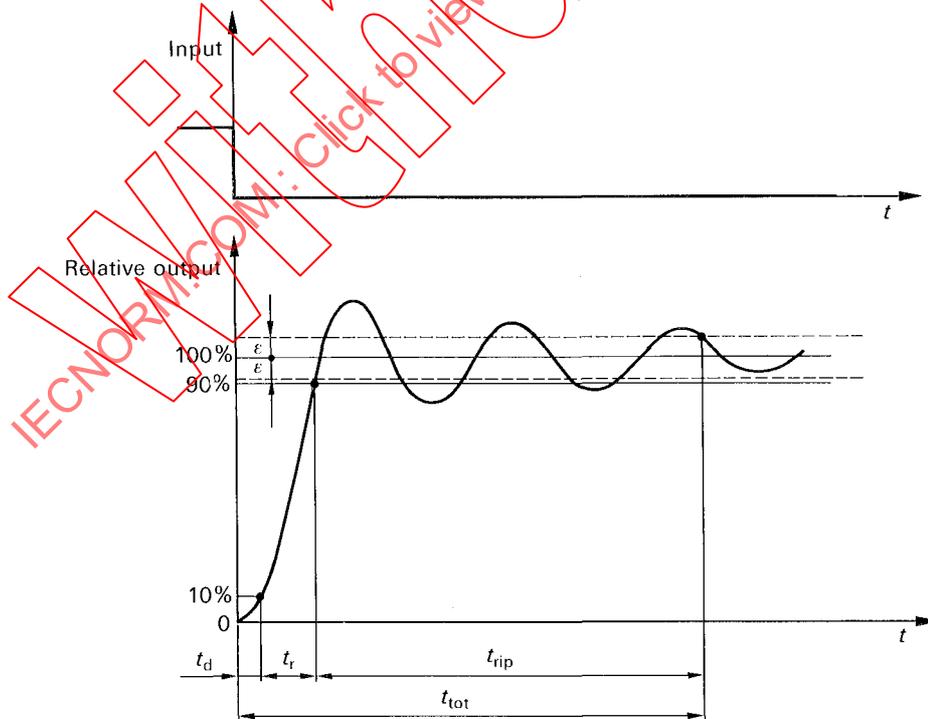


FIG. 22. — Example of response times.

15.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tensions d'alimentation.
- Valeur des résistances R_1 et R_2 .
- Charge de sortie; résistances et inductance et/ou capacité; la valeur de la capacité doit inclure les capacités parasites et la capacité d'entrée de l'appareil de mesure du temps.
- Tension de sortie initiale, si elle est différente de zéro.
- Valeur de ε .
- Conditions de l'impulsion: fréquence, durée, temps de transition.
- Conditions aux autres bornes.
- Réseau(x) additionnel(s), détails du réseau de compensation de la tension de décalage et du réseau de compensation de phase, s'il y a lieu.

SECTION DEUX — RÉGULATEURS DE TENSION, À L'EXCLUSION DES DISPOSITIFS À DEUX BORNES (DIPÔLES)

1. Précautions générales

- Des soins doivent être pris pour empêcher, lors des mesures, l'apparition d'oscillations parasites.
- Les alimentations aux entrées doivent avoir une impédance pratiquement nulle aux fréquences des signaux utilisés pour la mesure.
- Les courants et tensions transitoires d'entrées indésirables doivent être évités.
- Si les résultats de mesure sont affectés par des effets thermiques, les mesures doivent être effectuées pendant une durée brève, par exemple une méthode en impulsions est recommandée et, dans ce cas, les conditions de l'impulsion doivent être spécifiées.
- Tous les équipements de mesure ne doivent introduire que des erreurs négligeables. Cela s'applique tant aux mesures statiques que dynamiques.

Il est essentiel que l'équipement pour la mesure de la tension de sortie possède une sensibilité adéquate, relativement à la différence de tensions à mesurer. Une méthode convenable est celle où la tension de sortie V_O est comparée à une tension de référence de haute stabilité pré-réglée V_{REF} . La différence entre V_O et V_{REF} est alors détectée et amplifiée, de préférence à l'aide d'un amplificateur à gain stable.

2. Coefficient de régulation en fonction de la tension d'entrée et coefficient de stabilisation en fonction de la tension d'entrée 12

2.1 But

Déterminer le coefficient de régulation en fonction de la tension d'entrée et le coefficient de stabilisation en fonction de la tension d'entrée, en faisant varier la tension continue d'entrée et en notant la variation correspondante de la tension de sortie.

2.2 Schéma

Le schéma est donné par la figure 23, page 94.

15.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Supply voltages.
- Value of resistors R_1 and R_2 .
- Output load; resistances and inductance and/or capacitance; the value of the capacitance should include stray capacitance and input capacitance of the time measuring instrument.
- Initial output voltage, if different from zero.
- Value of ϵ .
- Pulse conditions: frequency, duration, slope time.
- Conditions at other terminals.
- Additional network(s), details of offset voltage compensation network and phase compensation network, where appropriate.

SECTION TWO — VOLTAGE REGULATORS, EXCLUDING TWO-TERMINAL (SINGLE-PORT) DEVICES

1. General precautions

- Care should be taken, during all measurements, to ascertain that no parasitic oscillations occur.
- Input power supplies should have essentially zero impedance to signal frequencies used in the measurement.
- Undesired transient input voltages and currents should be avoided.
- If the measurement results are affected by thermal effects, measurement should be done in a short-time duration, for instance a pulse method is recommended and, in this case, the pulse conditions should be specified.
- All measuring equipment should introduce only negligible errors. This applies to both static and dynamic measurements.
- It is essential that the equipment for the measurement of output voltage should have an adequate sensitivity relative to the voltage difference being measured. A suitable method is one in which the output voltage V_O is compared with a highly-stable preset reference voltage V_{REF} . The difference between V_O and V_{REF} is then detected and amplified, preferably by means of a gain stabilized amplifier.

2. Input regulation coefficient and input stabilization coefficient 12

2.1 Purpose

To determine the input regulation coefficient and the input stabilization coefficient by changing the d.c. input voltage and noting the corresponding output voltage change.

2.2 Circuit diagram

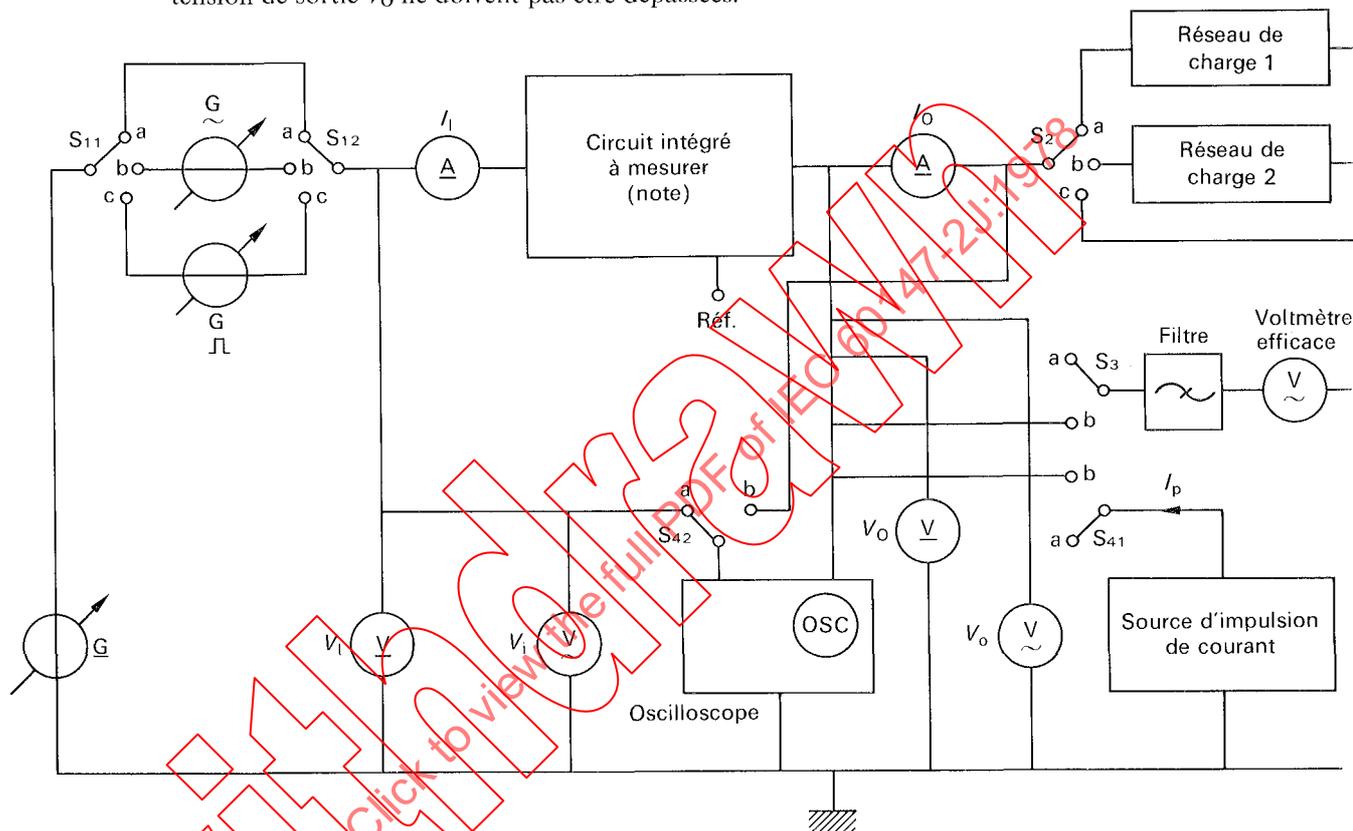
The circuit diagram is given in Figure 23, page 95.

2.3 Description et exigences du circuit

Le circuit doit être capable de fournir au dispositif en mesure la tension continue d'entrée, ainsi que les moyens de mesurer la tension continue de sortie résultante. De plus, le circuit doit posséder les réseaux nécessaires à connecter au dispositif en mesure.

2.4 Précautions à prendre

Les valeurs limites pour la tension d'entrée V_i et la différence entre la tension d'entrée V_i et la tension de sortie V_o ne doivent pas être dépassées.



Note. — Y compris tout réseau supplémentaire nécessaire pour limiter le courant de sortie et/ou pour ajuster la tension de sortie.

FIG. 23. — Circuit de mesure.

2.5 Exécution

Mettre les commutateurs S_{11} , S_{12} , S_2 , S_3 , S_{41} et S_{42} dans la position a.

Amener le dispositif en mesure à la température spécifiée et lui connecter les réseaux spécifiés. Ajuster la tension continue d'entrée à la valeur V_i , puis l'appliquer à l'entrée du dispositif en mesure.

Noter la tension de sortie correspondante V_o ou l'ajuster à la valeur spécifiée, suivant le cas.

Modifier la tension continue d'entrée de la valeur ΔV_i requise et noter la variation correspondante en sortie ΔV_o .

Le coefficient de régulation en fonction de la tension d'entrée est donné par:

$$\frac{\Delta V_o}{V_o}$$