

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
PRÉAMBULE	14
PRÉFACE	14

CHAPITRE VI: CIRCUITS INTÉGRÉS DIGITAUX

A l'étude

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
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
3. Taux de réjection de l'ondulation résiduelle de la tension d'entrée	96
4. Coefficient de régulation en fonction de la charge et coefficient de stabilisation en fonction de la charge	98
5. Tension de bruit en sortie	100
6. Coefficient de température de la tension régulée de sortie	102
7. Courant de polarisation intrinsèque	104
8. Courant de court-circuit	106
9. Tension de référence	106
10. Réponse transitoire aux variations de la tension d'entrée	108
11. Réponse transitoire aux variations du courant de charge	112

Numéro de la méthode de mesure *
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

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

* Voir les annexes au sommaire.

Withdrawn

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.

Withdrawn

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	
			Mono-stables	Bi-stables		Stati-ques	Dyna-miques	ROM	RAM statiques	RAM dynam.		
	Courant total (fonctionnement dynamique)	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		
	Temps de délai	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
	Temps de transition	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
	Capacités d'entrée et de sortie	6	6	6	6	6	6	6	6	6		
	Temps de propagation (circuits MOS)	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
	Temps d'établissement		8	8	8	8	8	8	8	8		
	Temps de maintien		9	9	9	9	9	9	9	9		
	Fréquence de commutation			10		10	10	10	10	10		
	Capacités d'entrée et de sortie Résistances d'entrée et de sortie } équivalentes	11	11	11	11	11	11	11	11	11		
	Temps de résolution			36		36	36	36	36	36		
	Tensions de sortie (V_{OL} , V_{OH})	37	37	37		37	37	37	37	37		
	Courants d'entrée (I_{IL} , I_{IH})	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	1	1				
	Power supplied through the clock line											
	Propagation times	3	3	3		3	3	3	3	3	3	
	Delay times	4	4	4		4	4	4	4	4	4	
	Transition times	5	5	5		5	5	5	5	5	5	
	Input/Output capacitances	6	6	6		6	6	6	6	6	6	
	Propagation times (MOS)	7	7	7		7	7	7	7	7	7	
	Set-up times		8	8		8	8	8	8	8	8	
	Hold times		9	9		9	9	9	9	9	9	
	Switching frequency			10		10	10	10	10	10	10	
	Equivalent input/output capacitances/resistances	11	11	11		11	11	11	11	11	11	
	Resolution times			36		36	36	36	36	36	36	
	Output voltages (V_{OL} , V_{OH})	37	37	37		37	37	37	37	37	37	
	Input currents (I_{IL} , I_{IH})	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	Multipli- cateurs	Circuits échantillonneurs bloqueurs
		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					
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					
147-2J	Coefficient de température du courant de décalage à l'entrée	30	30					
147-2J	Amplification en tension en boucle ouverte	31	31	31				
147-2J	Fréquence de coupure	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					
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
		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		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				

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	

Withdrawal

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

Withdrawn

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 pointillées 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.

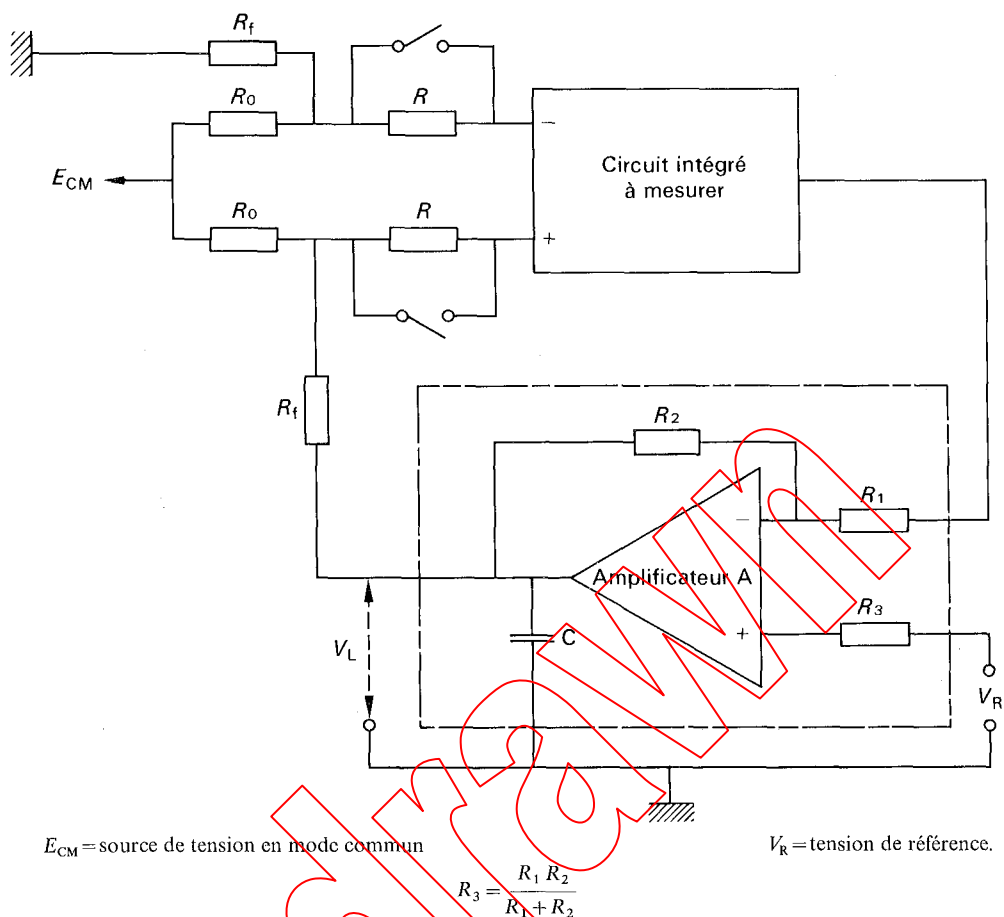


FIG. 1. — Schéma synoptique de base pour la mesure automatique.

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.

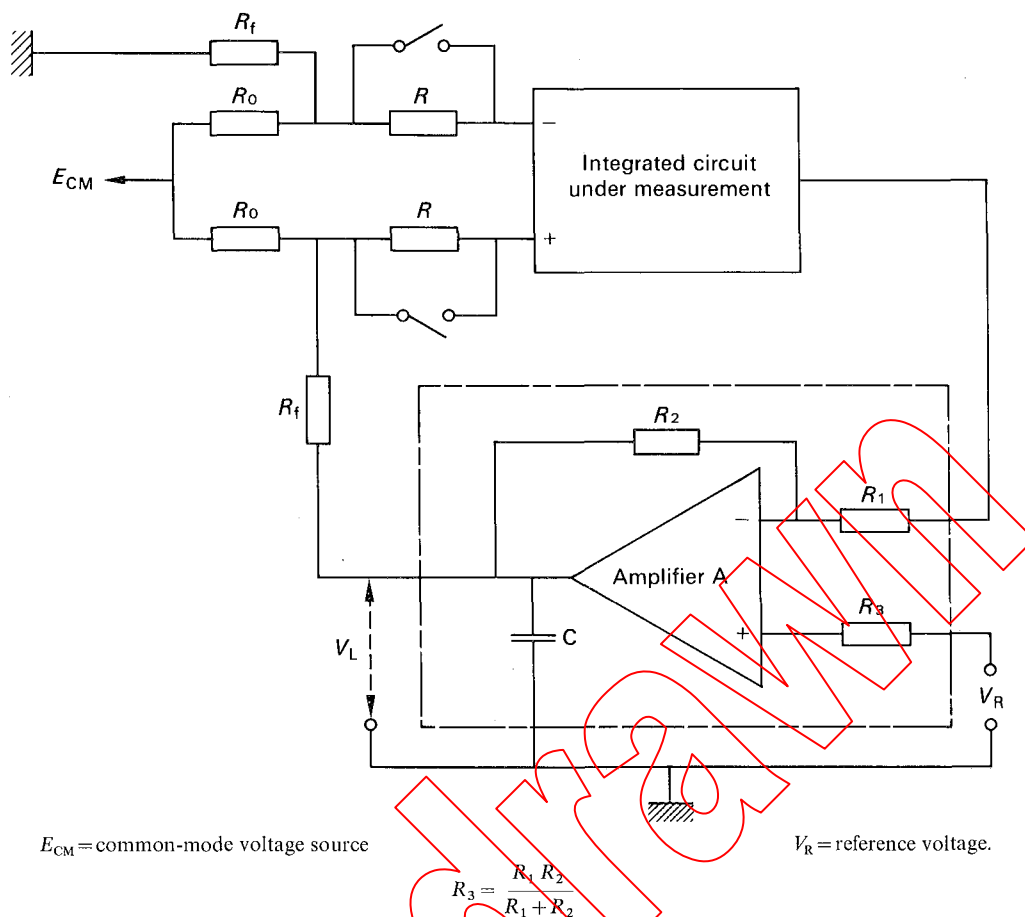


FIG. 1. — Basic block diagram for automatic testing.

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.

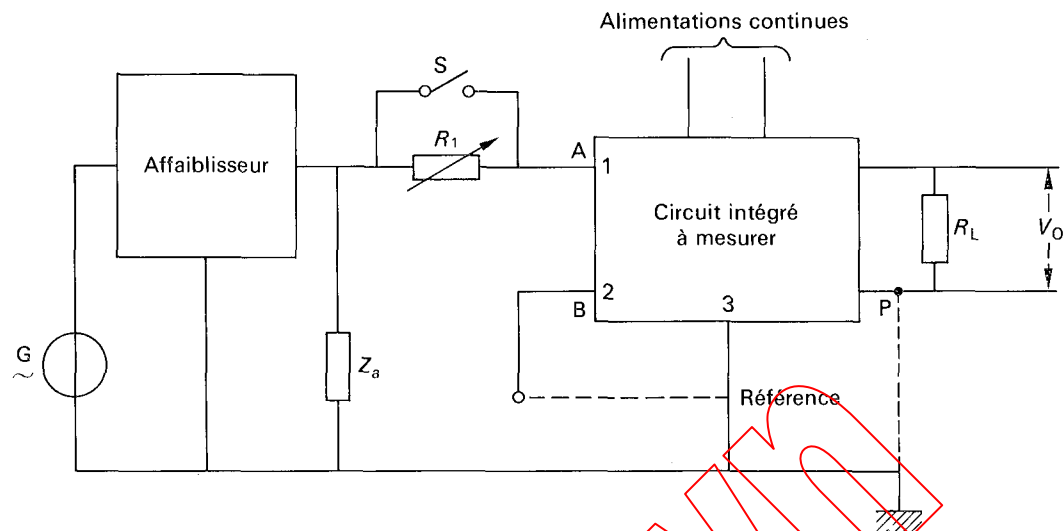
3. Small-signal input impedance 23

3.1 Method a

3.1.1 Purpose

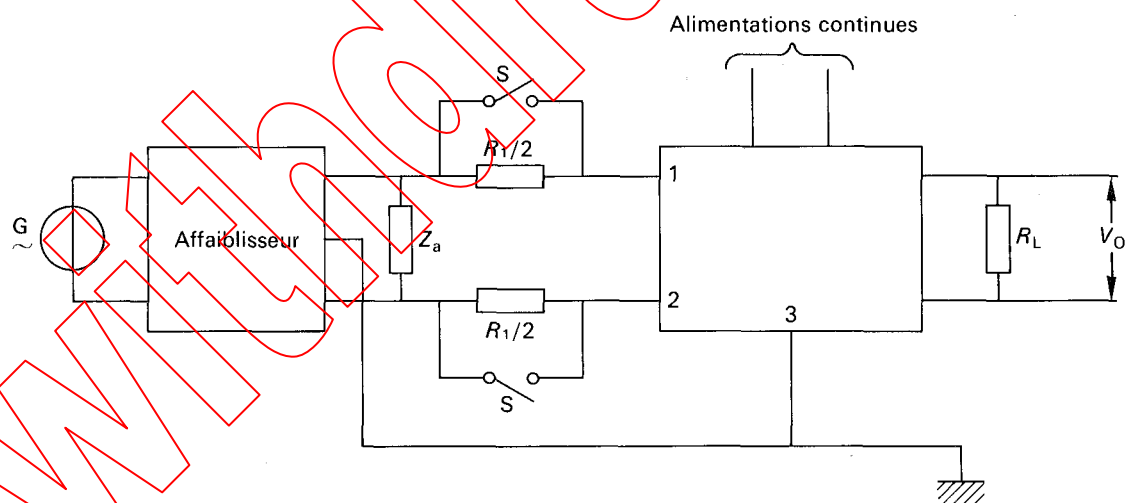
To measure the values of the real and imaginary (without regard to sign) parts of the input impedance of an integrated linear amplifier.

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.

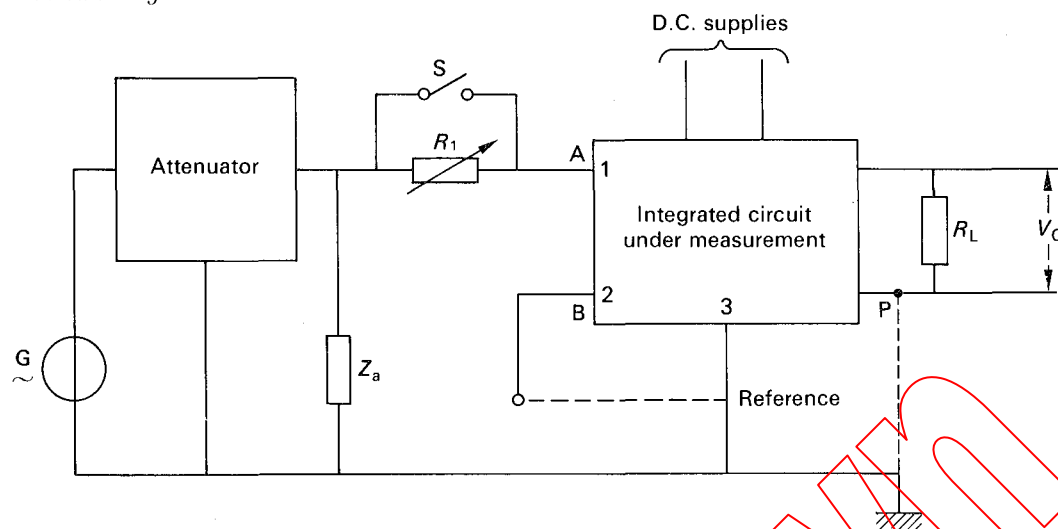
FIG. 2. — Circuit de mesure avec les bornes d'entrées dissymétriques.



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

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

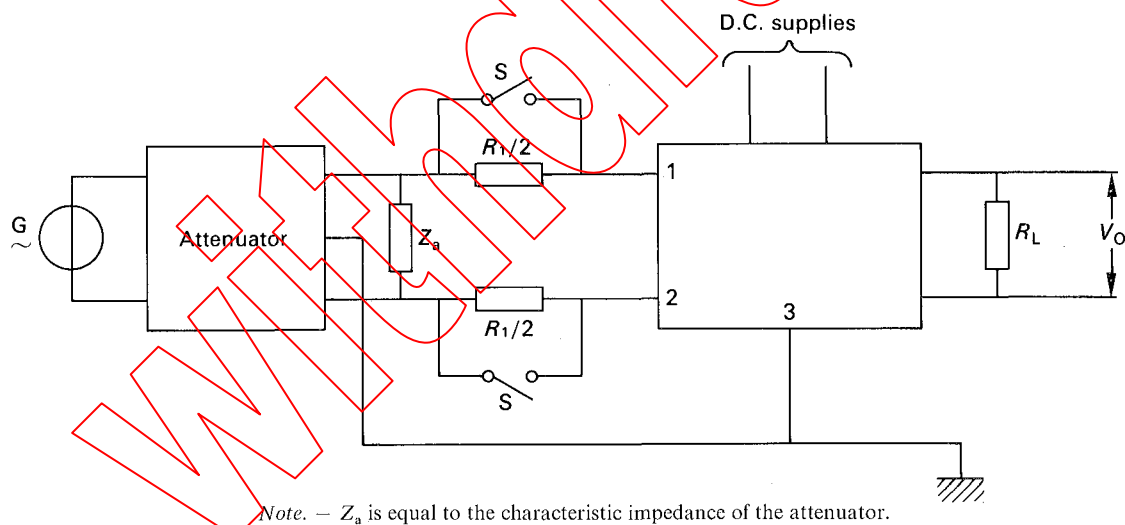
3.1.2 Circuit diagram



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.

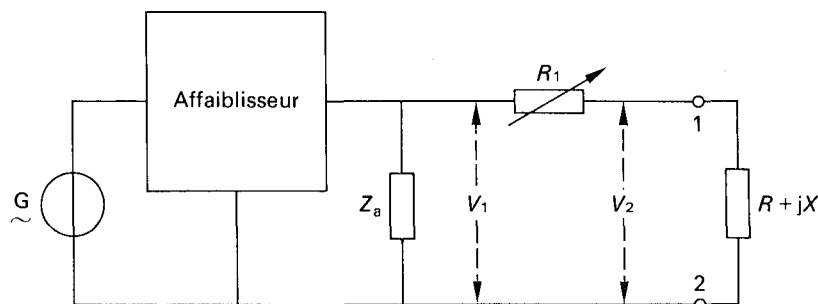


FIG. 4. — Représentation du circuit équivalent.

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 spécifié 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:

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

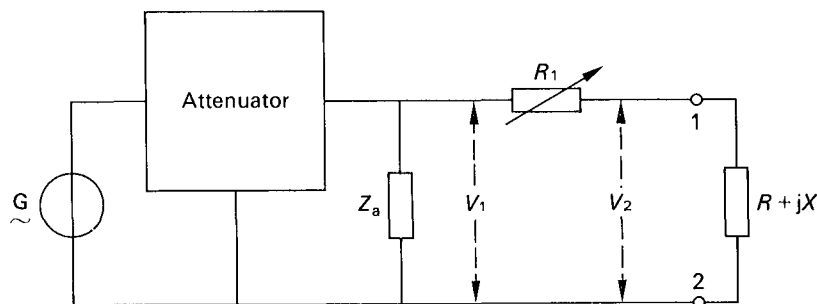


FIG. 4. — Equivalent circuit representation.

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_o 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

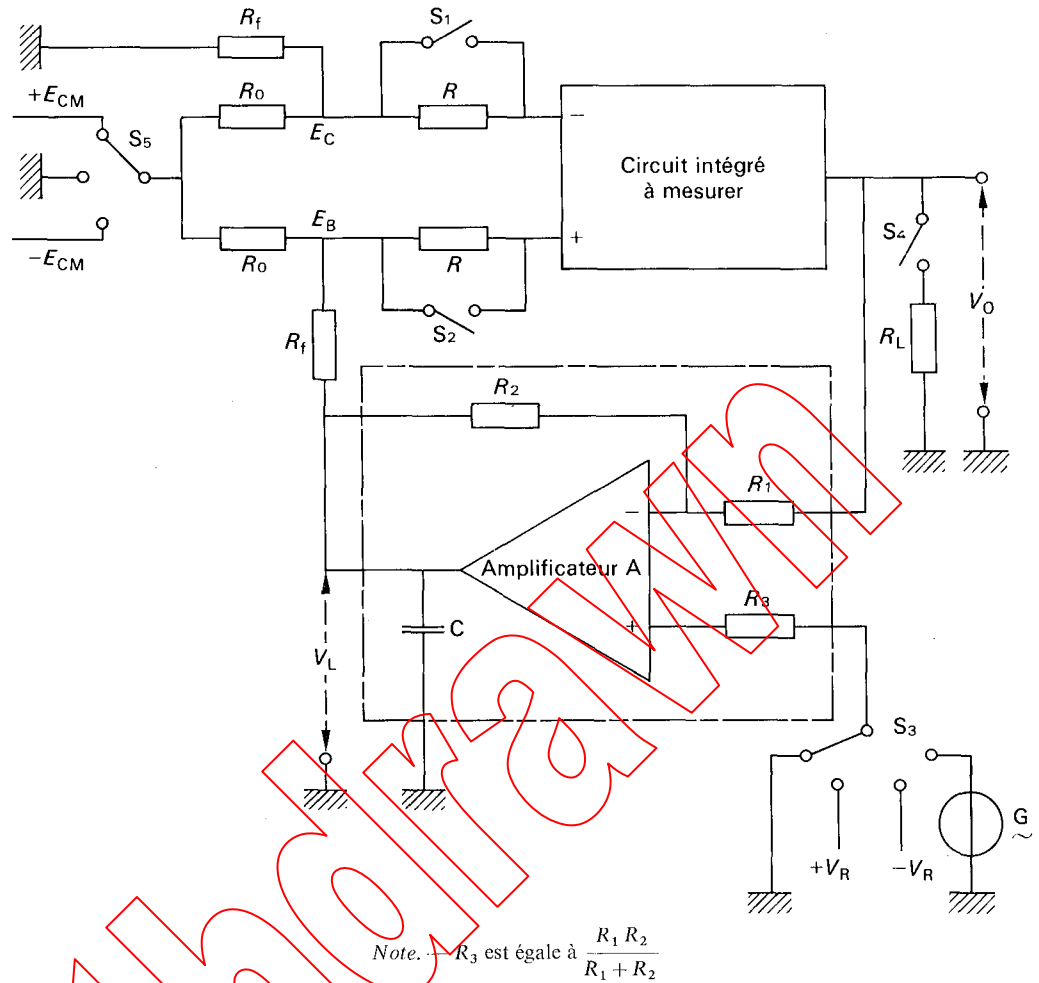


FIG. 5. — Circuit général de mesure.

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

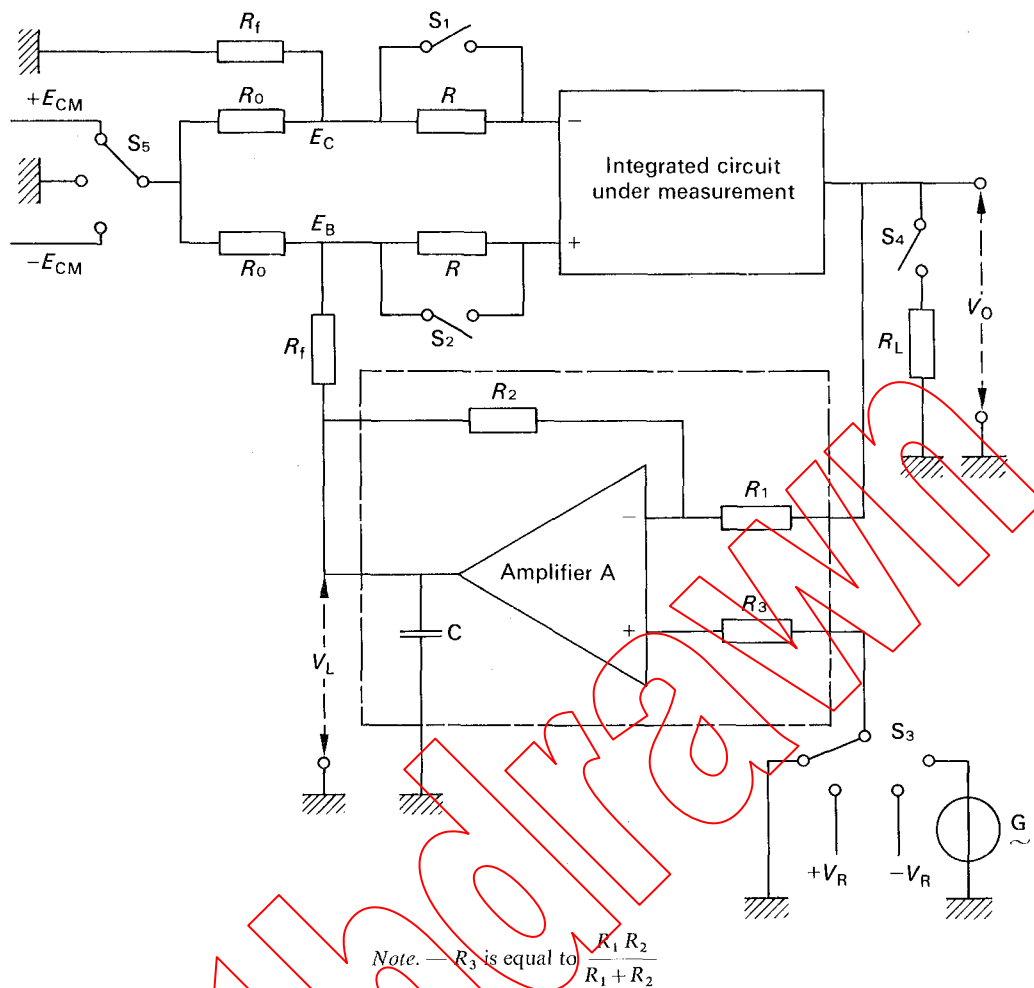


FIG. 5. — General measurement circuit.

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.