

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE  
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
IEC STANDARD

Publication 147-2L

Première édition — First edition

1979

---

Onzième 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

---

Eleventh 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

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

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

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.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraires

Pour les symboles graphiques, symboles littéraires et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraires à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Les symboles littéraires pour les dispositifs à semiconducteurs et les microcircuits intégrés font l'objet de la Publication 148 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

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.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

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

## 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 147-2L

Première édition — First edition

1979

---

Onzième 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

---

Eleventh 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

---

**Descripteurs:** circuits intégrés digitaux,  
diverses propriétés,  
mesure.

**Descriptors:** digital integrated circuits,  
various properties,  
measurement.



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 . . . . .	12	
PRÉFACE . . . . .	12	
 CHAPITRE VI: CIRCUITS INTÉGRÉS DIGITAUX  		
SECTION UN — MESURES STATIQUES		
Articles		
1. Caractéristiques statiques des circuits digitaux . . . . .	16	
 SECTION DEUX — MESURES DYNAMIQUES		
1. Courant total fourni par les alimentations (fonctionnement dynamique) . . . . .	18	1
2. Puissance fournie à travers la ligne d'horloge . . . . .	20	2
3. Impédances d'entrée et de sortie . . . . .	26	
3.1 Mesure de courant : capacités d'entrée et de sortie pour un fonctionnement en grands signaux . . . . .	26	6
3.2 Mesure de tension : capacités d'entrée et de sortie équivalentes, résistances d'entrée et de sortie équivalentes . . . . .	30	11
3.2.1 Méthode en grands signaux . . . . .	30	
3.2.2 Méthode du pont (en petits signaux) . . . . .	34	
4. Temps caractérisant le circuit . . . . .	38	
4.1 Temps de propagation . . . . .	38	3
4.1.1 Circuits bipolaires . . . . .	38	
4.1.2 Circuits MOS . . . . .	42	7
4.2 Temps de délai et de transition . . . . .	46	4, 5
4.2.1 Circuits bipolaires . . . . .	46	
4.2.2 Circuits MOS . . . . .	52	
4.3 Temps d'établissement et de maintien . . . . .	52	8, 9
4.4 Temps de résolution . . . . .	58	36
5. Fréquence de commutation d'un circuit séquentiel . . . . .	62	10
ANNEXE — Index des sujets traités . . . . .	66	

\* Voir les annexes au sommaire.

## CONTENTS

	Page	No. of measuring method *
FOREWORD . . . . .	13	
PREFACE . . . . .	13	
<b>CHAPTER VI: DIGITAL INTEGRATED CIRCUITS</b>		
<b>SECTION ONE — STATIC MEASUREMENTS</b>		
Clause		
1. Static characteristics of digital circuits . . . . .	17	
<b>SECTION TWO — DYNAMIC MEASUREMENTS</b>		
1. Total current drawn from the power supplies under dynamic conditions . . . . .	19	1
2. Power supplied through the clock line . . . . .	21	2
3. Input and output impedances . . . . .	27	
3.1 Current measurement: input and output capacitances for large-signal operation . . . . .	27	6
3.2 Voltage measurement: equivalent input and output capacitances, equivalent input and output resistances . . . . .	31	11
3.2.1 Large-signal method . . . . .	31	
3.2.2 Bridge method (small-signal) . . . . .	35	
4. Times characterizing the circuit . . . . .	39	
4.1 Propagation times . . . . .	39	3
4.1.1 Bipolar circuits . . . . .	39	
4.1.2 MOS circuits . . . . .	43	7
4.2 Delay and transition times . . . . .	47	4, 5
4.2.1 Bipolar circuits . . . . .	47	
4.2.2 MOS circuits . . . . .	53	
4.3 Set-up and hold times . . . . .	53	8, 9
4.4 Resolution time . . . . .	59	36
5. Switching frequency of a sequential circuit . . . . .	63	10
APPENDIX — Guide to subject matter . . . . .	66	

\* See Appendices to Contents.

ANNEXE I

NUMÉROTATION DES MÉTHODES DE MESURE (voir notes)

N°	Caractéristiques à mesurer
1	Courant total fourni par les alimentations (fonctionnement dynamique)
2	Puissance fournie à travers la 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 équivalentes, 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 coefficients
15	Output noise voltage
16	Temperature coefficient of regulated output voltage
17	Stand-by (quiescent) current
18	Short-circuit current
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)

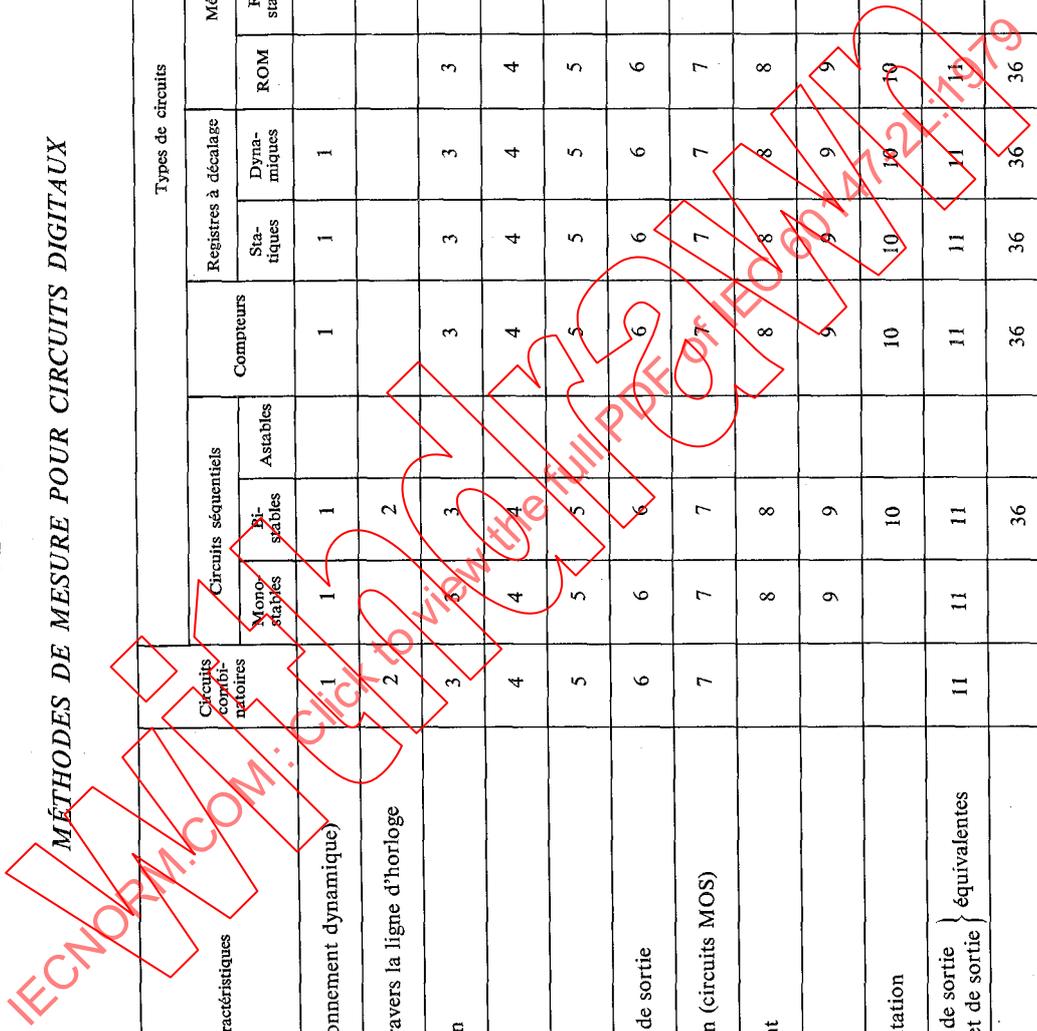
Notes 1. — All measuring methods for integrated circuits are numbered in the sequence they become known in the IEC, no matter whether they belong to digital, analogue or interface integrated circuits. The numbers recur in the matrices (see Appendices II, III and IV) which show the measuring methods applicable 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. No	Caractéristiques	Types de circuits															
		Circuits combinatoires		Circuits séquentiels				Compteurs	Registres à décalage		Mémoires			Microprocesseurs			
		Mono-stables	Bi-stables	Astables	Stables	Dynamiques	ROM		RAM statiques	RAM dynam.							
147-2 L	Courant total (fonctionnement dynamique)	1	1	1			1		1								
147-2 L	Puissance fournie à travers la ligne d'horloge	2		2													
147-2 L	Temps de propagation	3	3	3			3		3			3	3	3			
147-2 L	Temps de délai	4	4	4			4		4			4	4	4			
147-2 L	Temps de transition	5	5	5			5		5			5	5	5			
147-2 L	Capacités d'entrée et de sortie	6	6	6			6		6			6	6	6			
147-2 L	Temps de propagation (circuits MOS)	7	7	7			7		7			7	7	7			
147-2 L	Temps d'établissement		8	8			8		8			8	8	8			
147-2 L	Temps de maintien		9	9			9		9			9	9	9			
147-2 L	Fréquence de commutation			10			10		10			10	10	10			
147-2 L	Capacités d'entrée et de sortie } Résistances d'entrée et de sortie } équivalentes	11	11	11			11		11			11	11	11			
147-2 L	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			





ANNEXE III

METHODES DE MESURE POUR CIRCUITS ANALOGIQUES

Publ. No	Caractéristiques	Types de circuits									
		Amplificateurs			Régulateurs de tension	Modulateurs, démodulateurs	Multiplificateurs	Circuits échantillonneurs bloqu岸urs	Circuits à verrouillage de phase		
		Amplis opérationnels	Amplis audio	Amplis RF/FI							
147-2 J	Coefficient de régulation (stabilisation)/entrée				12						
147-2 J	Taux de réjection de l'ondulation résiduelle de la tension d'entrée				13						
147-2 J	Coefficient de régulation (stabilisation)/charge				14						
147-2 J	Tension de bruit en sortie				15						
147-2 J	Coefficient de température de la tension réglée de sortie				16						
147-2 J	Courant de polarisation intrinsèque				17						
147-2 J	Courant de court-circuit				18						
147-2 J	Tension de référence				19						
147-2 J	Réponse transitoire aux variations de la tension d'entrée				20						
147-2 J	Réponse transitoire aux variations du courant de charge				21						
147-2 J	Courants des alimentations	22	22	22	22						
147-2 J	Impédance d'entrée (en petits signaux)	23	23	23							
147-2 J	Impédance de sortie	24	24	24							
147-2 J	Tension de décalage à l'entrée	25	25	25							
147-2 J	Tension de polarisation	26	26								
147-2 J	Courant de décalage à l'entrée	27	27	27							
147-2 J	Courant de polarisation à l'entrée	28	28	28							
147-2 J	Coefficient de température de la tension de décalage à l'entrée	29	29								
147-2 J	Coefficient de température du courant de décalage à l'entrée	30	30								
147-2 J	Amplification en tension en boucle ouverte	31	31	31							
147-2 J	Fréquence de coupure	32	32	32							
147-2 J	Taux de réjection en mode commun	33	33	33							
147-2 J	Taux de réjection dû aux alimentations	34	34	34							
147-2 J	Dynamique de sortie	35	35								
147-2 J	Temps de réponse	39	39	39							

APPENDIX III

MEASURING METHODS FOR ANALOGUE CIRCUITS

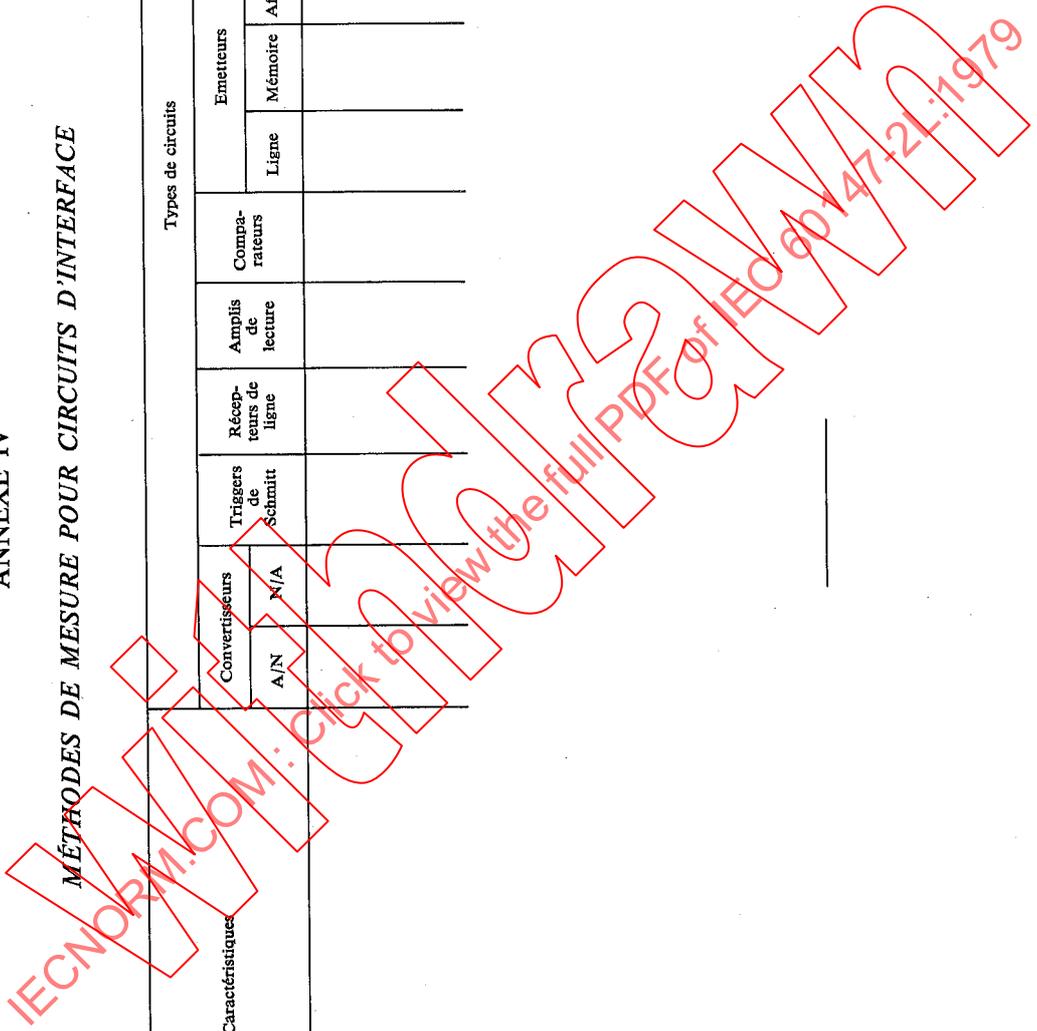
Publ. No.	Characteristics	Kinds of circuits									
		Amplifiers			Voltage regulators	Modulators, demodulators	Multipliers	Sample and hold circuits	Phase locked loop-circuits		
		Operational amplifiers	Audio amplifiers	RF/IF amplifiers							
147-2 J	Input regulation/stabilization coefficient				12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

ANNEXE IV

MÉTHODES DE MESURE POUR CIRCUITS D'INTERFACE

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

A l'étude

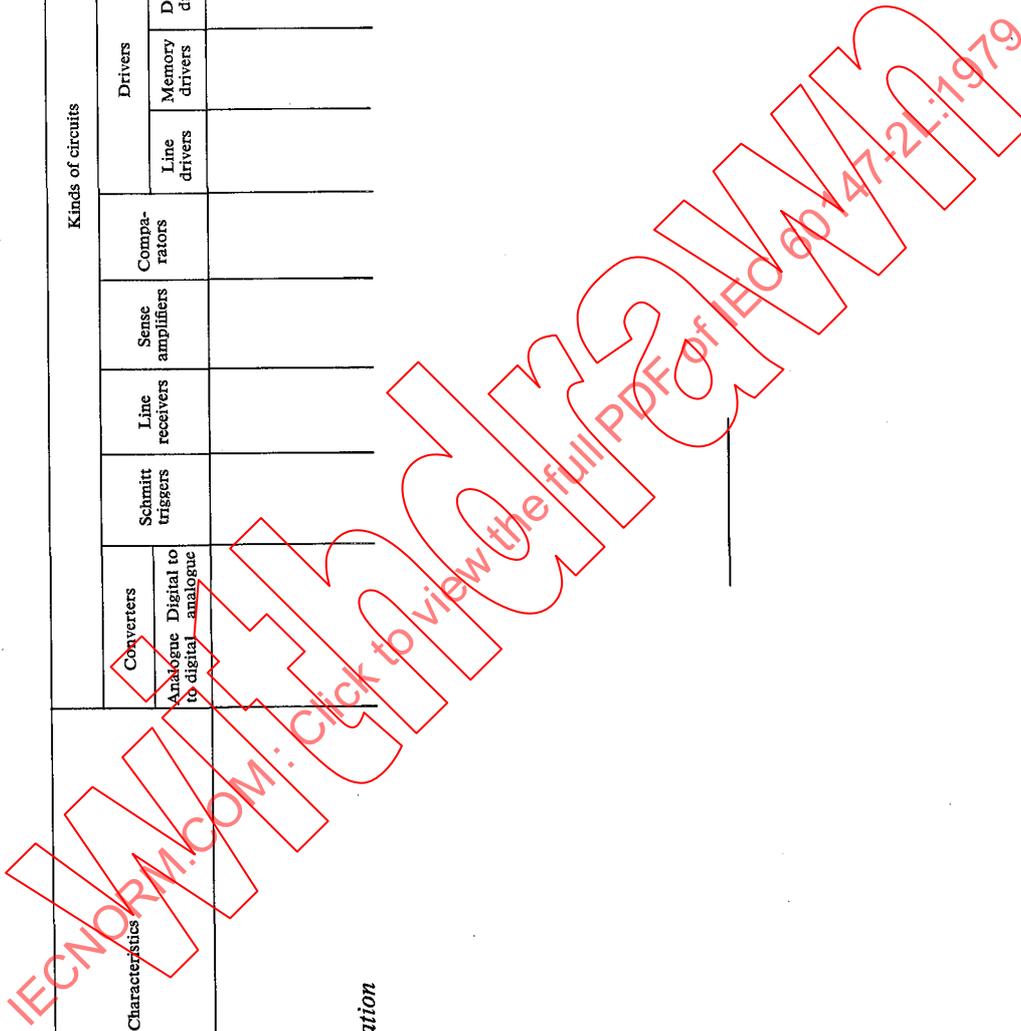


APPENDIX IV

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

Onzième 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**

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 onzième complément à la deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure, de la Publication 147-2 de la CEI. La première partie, traitant des valeurs limites et des caractéristiques essentielles, est éditée comme Publication 147-1 de la CEI.

Le présent complément traite des circuits intégrés digitaux.

- La section Un sur les caractéristiques statiques résulte des travaux qui ont débuté à Philadelphie (1964) et se sont poursuivis à Tokyo (1965) et à Zurich (1966). Un projet, document 47(Bureau Central)164, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1967.
- La section Deux sur les caractéristiques dynamiques résulte des travaux qui ont débuté à Zurich (1966) et se sont poursuivis à Padoue (1967), Londres (1968), Leningrad (1969), Monte-Carlo (1970), Stockholm (1971), Munich (1973), La Haye (1974), Tokyo (1975) et Nice (1976). Sept projets, documents 47A (Bureau Central)26, 36, 48, 49, 54, 55 et 80, furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois depuis juillet 1972 jusqu'à mars 1977.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de (ou contre) la publication des différents documents du Bureau Central suivant le tableau de la page 14 :

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

Eleventh 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**

**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 eleventh supplement to Part 2, General Principles of Measuring Methods, of IEC Publication 147-2. Part 1, dealing with essential ratings and characteristics, is issued as IEC Publication 147-1.

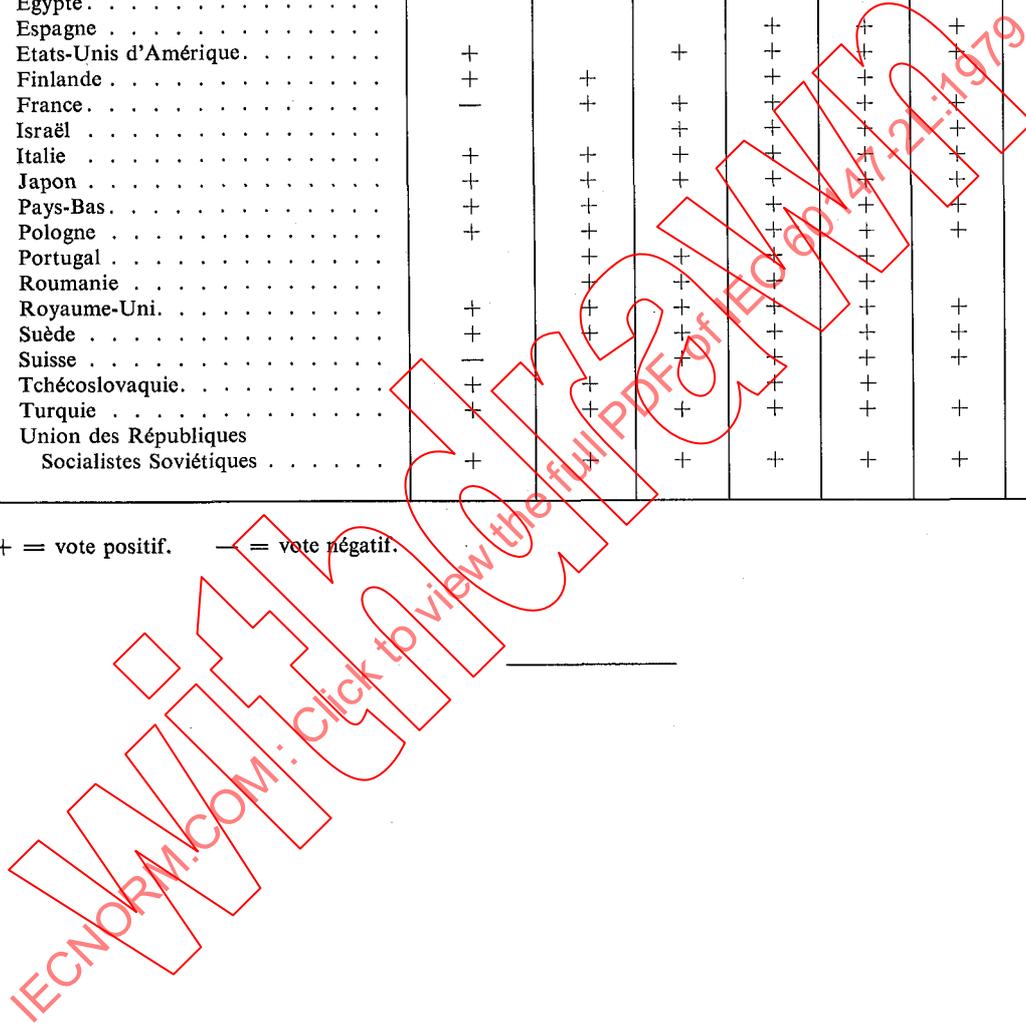
This supplement deals with digital integrated circuits.

- Section One on static characteristics results from the work started in Philadelphia (1964) and continued in Tokyo (1965) and Zurich (1966). A draft, Document 47(Central Office)164, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1967.
- Section Two on dynamic characteristics results from the work started in Zurich (1966) and continued in Padua (1967), London (1968), Leningrad (1969), Monte Carlo (1970), Stockholm (1971), Munich (1973), The Hague (1974), Tokyo (1975) and Nice (1976). Seven drafts, Documents 47A(Central Office)26, 36, 48, 49, 54, 55 and 80, were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule from July 1972 to March 1977.

The following countries voted explicitly in favour of (or voted against) publication of the different Central Office documents according to the table on page 15:

Pays	Bureau Central	47A(B.C.)							
	47(B.C.)	164	26	36	48	49	54	55	80
Afrique du Sud (République d') . . .	+		+						+
Allemagne . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Argentine . . . . .					+				+
Australie . . . . .	+		+	+	+	—	+	+	+
Autriche . . . . .	+								
Belgique . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Brésil . . . . .							+		
Canada . . . . .	+		+		+	+	+	+	+
Danemark . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Egypte . . . . .									+
Espagne . . . . .					+	+	+	+	+
Etats-Unis d'Amérique . . . . .	+			+	+	+	+	+	+
Finlande . . . . .	+		+		+	+			
France . . . . .	—		+	+	+	+	+	—	
Israël . . . . .				+	+	+	+	+	
Italie . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Japon . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Pays-Bas . . . . .	+		+		+	+	+	+	+
Pologne . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	
Portugal . . . . .			+	+	+	+			
Roumanie . . . . .			+	+	+	+			
Royaume-Uni . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Suède . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Suisse . . . . .	—				+	+	+	+	+
Tchécoslovaquie . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Turquie . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	+
Union des Républiques Socialistes Soviétiques . . . . .	+		+	+	+	+	+	+	—

+ = vote positif. — = vote négatif.



Central Office Countries	47(C.O.)	47A(C.O.)						
	164	26	36	48	49	54	55	80
Argentina . . . . .				+				+
Australia . . . . .	+	+	+	+	—	+	+	+
Austria . . . . .	+							
Belgium . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+
Brazil . . . . .						+		
Canada . . . . .	+	+		+	+	+	+	+
Czechoslovakia . . . . .	+	+		+	+		+	
Denmark . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+
Egypt . . . . .								+
Finland . . . . .	+	+		+	+			
France . . . . .	—	+	+	+	+	+	—	
Germany . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+
Israel . . . . .			+	+	+	+	+	
Italy . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+
Japan . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+
Netherlands . . . . .	+	+		+	+	+	+	+
Poland . . . . .	+	+		+	+	+	+	
Portugal . . . . .		+	+	+	+			
Romania . . . . .		+	+	+	+		+	
South Africa (Republic of) . . . . .	+	+						+
Spain . . . . .				+	+	+	+	+
Sweden . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+
Switzerland . . . . .	—		+	+	+	+	+	+
Turkey . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+
Union of Soviet Socialist Republics . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	—
United Kingdom . . . . .	+	+	+	+	+	+	+	+
United States of America . . . . .	+		+	+	+	+	+	+

+ = positive vote. — = negative vote.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60472:1979

Onzième 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

SECTION UN — MESURES STATIQUES

1. Caractéristiques statiques des circuits digitaux

1.1 Exigences générales

Les conditions générales de la Publication 147-2 sont applicables, sauf spécification contraire.

1.1.1 Pour chaque mesure, les tolérances sur les tensions ou les courants d'alimentation doivent être de  $\pm 1\%$  des valeurs spécifiées, sauf spécification contraire.

1.1.2 La tolérance sur la température ambiante relative au dispositif en mesure doit être de  $\pm 2^\circ\text{C}$  de la valeur indiquée, sauf spécification contraire.

1.1.3 Quand aucune condition électrique n'est spécifiée pour une borne donnée, on laisse cette borne non connectée.

1.1.4 Le(s) point(s) de référence pour les mesures de tensions doit (doivent) être indiqué(s).

*Note.* — Le point de référence pour les mesures de tensions du signal n'est pas nécessairement le même que celui pour les tensions d'alimentation.

1.1.5 Quand un dispositif possède une mémoire interne ou de l'hystérésis, un cycle de préréglage peut être nécessaire avant chaque mesure.

1.1.6 On doit faire fonctionner le dispositif dans des conditions dont l'ensemble correspond aux « conditions de fonctionnement recommandées », sauf spécification contraire.

1.1.7 Avant d'effectuer les mesures suivantes, on doit d'abord s'assurer que, pour chaque combinaison des entrées, la sortie est conforme aux détails donnés dans la table de fonctionnement correspondante, sauf lorsque cette table de fonctionnement est vérifiée par les mesures elles-mêmes.

1.2 Conditions spécifiées pour les caractéristiques statiques

1.2.1 Mesure de la tension ou du courant de sortie

Les conditions suivantes doivent être indiquées (voir note):

- a) la température ambiante ou celle d'un point de référence;
- b) les valeurs des tensions ou des courants d'alimentation;
- c) les conditions à chaque borne d'entrée;
- d) les conditions à la borne de sortie choisie pour la mesure;
- e) les conditions à toutes les autres bornes de sortie.

*Note.* — Les conditions de mesure pour une sortie « basse » peuvent être différentes des conditions de mesure pour une sortie « haute ».

**Eleventh 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**

**SECTION ONE — STATIC MEASUREMENTS**

**1. Static characteristics of digital circuits**

**1.1 General requirements**

The general requirements of Publication 147-2 apply, unless otherwise stated.

1.1.1 For each measurement, supply voltages or currents shall be within  $\pm 1\%$  of the specified values, unless otherwise stated.

1.1.2 The ambient temperature of the device being measured shall be within  $\pm 2^\circ\text{C}$  of the specified value, unless otherwise stated.

1.1.3 Where no electrical conditions are specified for a given terminal, it shall be left unconnected.

1.1.4 The reference point(s) for voltage measurements shall be stated.

*Note.* — The reference point for signal voltage measurements is not necessarily the same as that for supply voltages.

1.1.5 Where a device has internal memory or hysteresis, a pre-setting cycle may be required before each measurement.

1.1.6 The device shall be operated at a set of conditions within the range of “recommended operating conditions”, unless otherwise stated.

1.1.7 Prior to carrying out the following measurements, it shall first be established that, for each combination of inputs, the output conforms to the details given in the relevant function table, except where this function table is verified by the measurements themselves.

**1.2 Specified conditions for static characteristics**

**1.2.1 Measurement of output voltage or current**

The following conditions shall be stated (see note):

- a) ambient or reference-point temperature;
- b) values of supply voltages or currents;
- c) conditions at each input terminal;
- d) conditions at the output terminal selected for the measurement;
- e) conditions at all other output terminals.

*Note.* — The measuring conditions for a “low” output can be different from the measuring conditions for a “high” output.

### 1.2.2 Mesure de la tension ou du courant d'entrée

Les conditions suivantes doivent être indiquées (voir note):

- a) la température ambiante ou celle d'un point de référence;
- b) les valeurs des tensions ou des courants d'alimentation;
- c) les conditions à chaque borne de sortie;
- d) les conditions à la borne d'entrée choisie pour la mesure;
- e) les conditions à toutes les autres bornes d'entrée.

*Note.* — Les conditions de mesure pour une entrée « basse » peuvent être différentes des conditions de mesure pour une entrée « haute ».

Certains dispositifs ayant une mémoire interne ou de l'hystérésis peuvent avoir une ou plusieurs valeurs d'impédance d'entrée pour un niveau donné, auquel cas plus d'une mesure peut être nécessaire.

## SECTION DEUX — MESURES DYNAMIQUES

### 1. Courant total fourni par les alimentations (fonctionnement dynamique)

*But*

Cette méthode est destinée à mesurer le courant total fourni par l'alimentation au circuit intégré en fonction de la fréquence de fonctionnement. Cette méthode est restreinte au cas de signaux d'entrée répétitifs.

*Schéma*

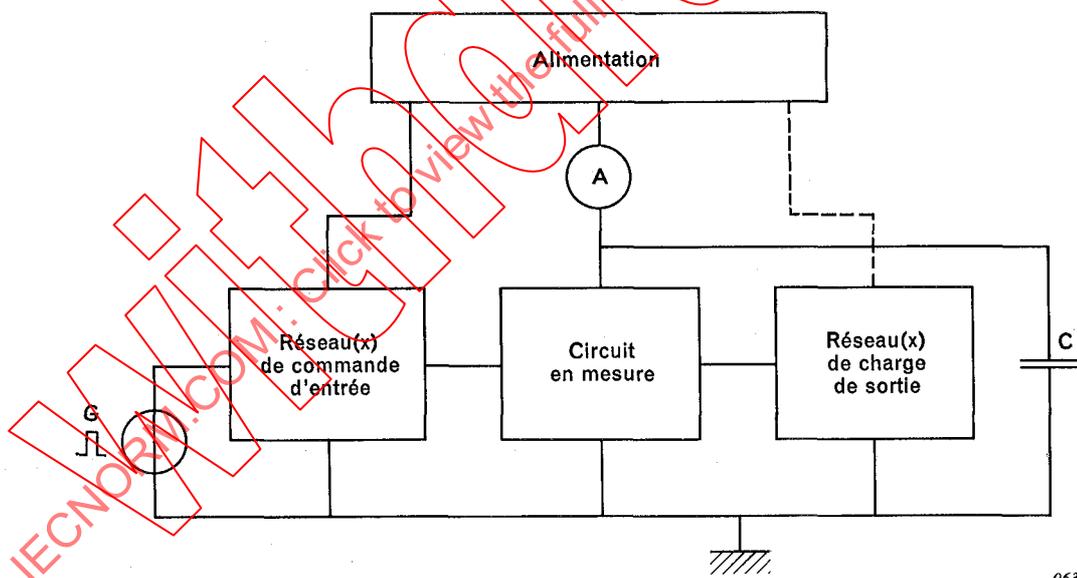


FIGURE 1

*Description et exigences du circuit*

- Le (les) réseau(x) de commande d'entrée, les conditions pour les autres entrées et le (les) réseau(x) de charge de sortie doivent être tels que spécifiés.
- La forme d'onde de l'(des) impulsion(s) d'entrée doit être spécifiée.
- L'impédance du condensateur C doit être suffisamment faible dans la gamme de fréquences de mesure.
- L'ampèremètre doit pouvoir mesurer le courant total moyen.

### 1.2.2 Measurement of input voltage or current

The following conditions shall be stated (see note):

- a) ambient or reference-point temperature;
- b) values of supply voltages or currents;
- c) conditions at each output terminal;
- d) conditions at the input terminal selected for the measurement;
- e) conditions at all other input terminals.

*Note.* — The measuring conditions for a “low” input can be different from the measuring conditions for a “high” input.

Some devices having internal memory or hysteresis may have more than one input impedance value for a given input level, in which case more than one measurement may be necessary.

## SECTION TWO — DYNAMIC MEASUREMENTS

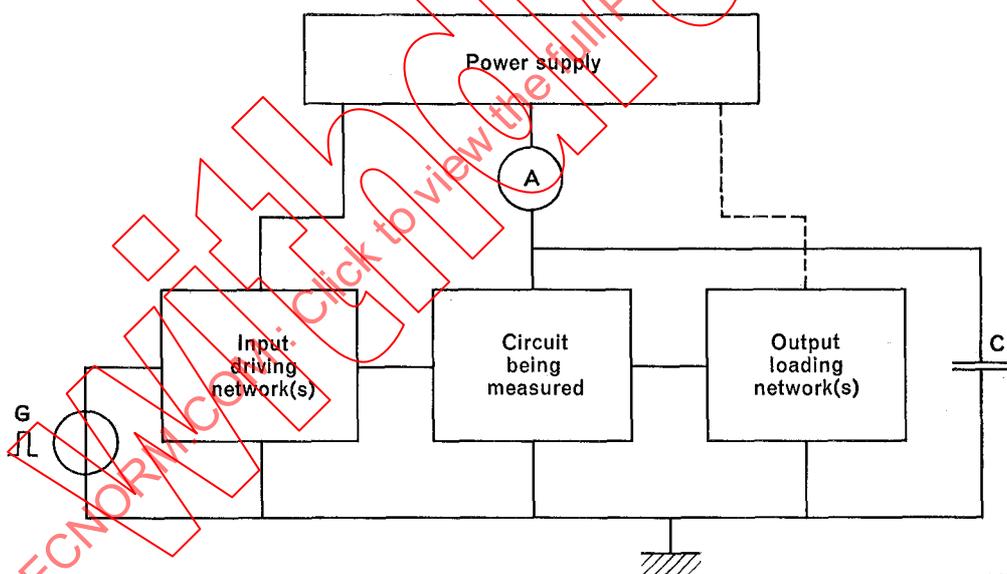
### 1. Total current drawn from the power supplies under dynamic conditions

1

#### *Purpose*

This method is intended to measure the total current drawn by the integrated circuit from the power supply versus operating frequency. This method is restricted to repetitive input signals.

#### *Circuit diagram*



063:79

FIGURE 1

#### *Circuit description and requirements*

- The input driving network(s), the conditions at other inputs and the output loading network(s) shall be as specified.
- The input pulse waveform(s) shall be as specified.
- The impedance of capacitor C shall be low over the measurement frequency range.
- The ammeter shall be a suitable instrument to measure the mean total current.

*Précautions à prendre*

Aucune précaution spéciale n'est nécessaire.

*Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée.

Connecter le circuit intégré au circuit de mesure; régler la (les) tension(s) d'alimentation, le (les) signal (signaux) d'entrée et les conditions sur les autres entrées aux valeurs spécifiées; mesurer le courant d'alimentation dans la gamme des fréquences de mesure.

*Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Caractéristiques du (des) réseau(x) de commande d'entrée et du (des) réseau(x) de charge de sortie.
- Conditions pour les impulsions d'entrée:
  - amplitude;
  - largeur;
  - temps de croissance;
  - temps de décroissance;
  - facteur d'utilisation (50%, sauf spécification contraire);
  - gamme de la fréquence de répétition.
- Interrelations entre les diverses impulsions, s'il y a lieu.
- Conditions pour les autres entrées.

2. Puissance fournie à travers la ligne d'horloge 2

*But*

Cette méthode est destinée à mesurer la puissance nécessaire pour commander le circuit à travers la (les) ligne(s) d'horloge.

*Schéma*

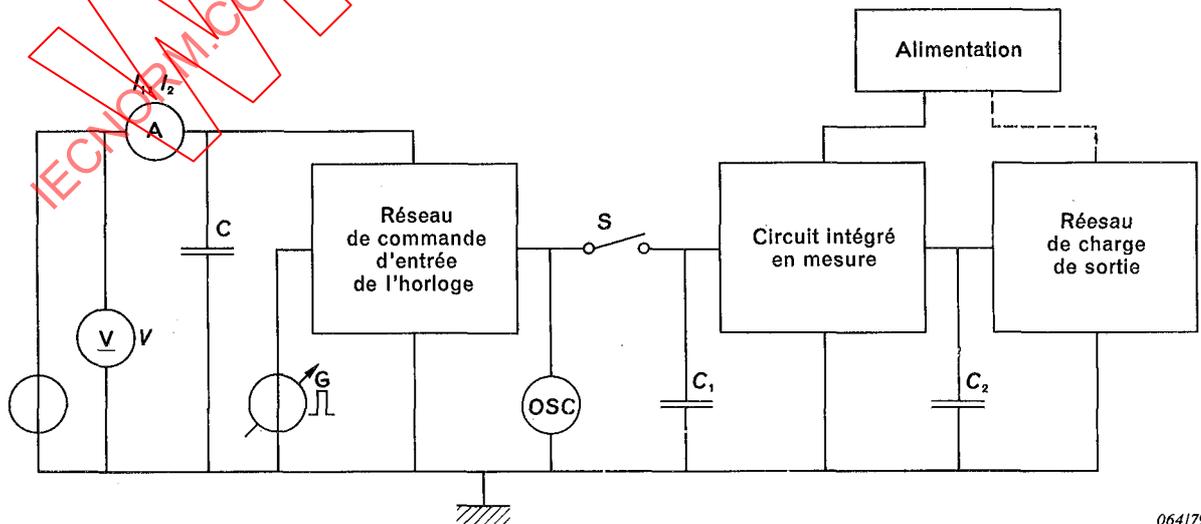


FIGURE 2

*Precautions to be observed*

No special precautions are required.

*Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

The integrated circuit is connected to the circuit of measurement; the supply voltage(s), the input signal(s) and the conditions at the other inputs shall be set to the specified values; the supply current shall be measured over the measurement frequency range.

*Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Supply voltage(s).
- Characteristics of input driving network(s) and output loading network(s).
- Input pulse conditions:
  - amplitude;
  - width;
  - rise time;
  - fall time;
  - duty cycle (50%, unless otherwise specified);
  - repetition frequency range.
- Interrelationships between different pulses, where appropriate.
- Conditions at other inputs.

**2. Power supplied through the clock line** 2

*Purpose*

This method is intended to measure the power required to drive the circuit through the clock line(s).

*Circuit diagram*

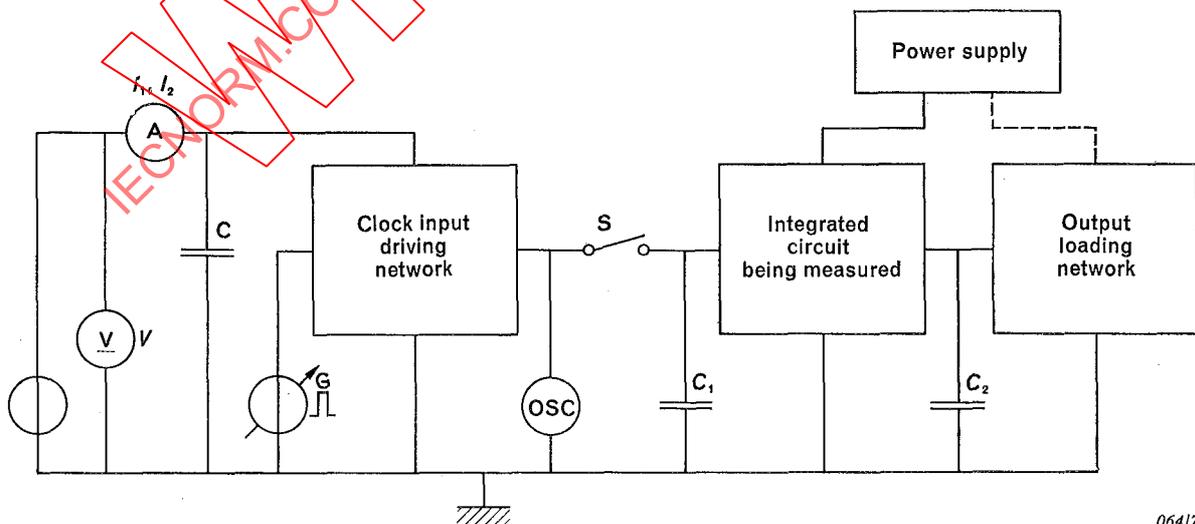


FIGURE 2

*Description et exigences du circuit*

Le réseau de commande d'entrée de l'horloge, les conditions sur les autres entrées et le réseau de charge de sortie doivent être spécifiés. Le réseau de commande d'entrée de l'horloge et son alimentation doivent pouvoir fournir toute la puissance nécessaire pour commander l'entrée de l'horloge. Ce réseau se conduit comme un convertisseur de puissance et doit avoir une faible consommation de puissance résiduelle. L'impédance de sortie du réseau de commande d'entrée de l'horloge doit être suffisamment faible pour que le fait de charger le circuit en mesure n'affecte pas la forme de l'onde de sortie du réseau de commande d'entrée de l'horloge. Des exemples de réseau de commande d'entrée de l'horloge possibles sont donnés dans les figures 3 et 4.

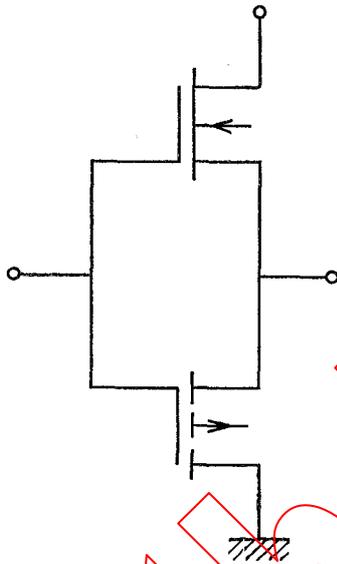


FIGURE 3

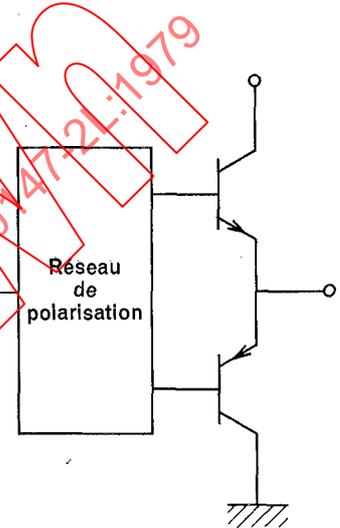


FIGURE 4

L'impédance du condensateur C doit être faible à la fréquence de mesure.

Les capacités de  $C_1$  et  $C_2$  comprennent les capacités parasites du support d'essai et doivent être telles que spécifiées.

La forme d'onde de l'impulsion d'horloge à la sortie du réseau de commande d'entrée de l'horloge doit être telle que spécifiée. L'oscilloscope est utilisé pour vérifier cette condition.

L'interrupteur S est utilisé pour isoler le circuit en mesure afin que deux mesures de la puissance consommée par le réseau de commande d'entrée de l'horloge puissent être effectuées.

L'ampèremètre doit être un instrument permettant la mesure du courant moyen total fourni par le réseau de commande d'entrée de l'horloge.

Le voltmètre doit être un instrument permettant la mesure de la tension à la sortie de l'alimentation.

Si deux ou plusieurs impulsions d'horloge sont nécessaires, les interrelations entre ces impulsions doivent être telles que spécifiées, et les mesures effectuées pour chaque ligne d'horloge séparément.

*Précautions à prendre*

Aucune précaution spéciale n'est nécessaire.

*Circuit description and requirements*

The clock input driving network, the conditions at other inputs and the output loading network shall be as specified. The clock input driving network and its power supply shall be capable of supplying all the power required to drive the clock input. This network acts as a power converter and shall have a low residual power consumption. The output impedance of the clock input driving network shall be low enough so that the loading of the circuit being measured does not affect the output waveform of the clock input driving network. Examples of suitable clock input driving network are given in Figures 3 and 4.

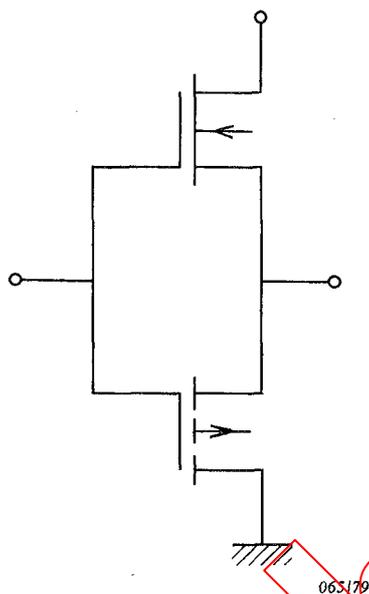


FIGURE 3

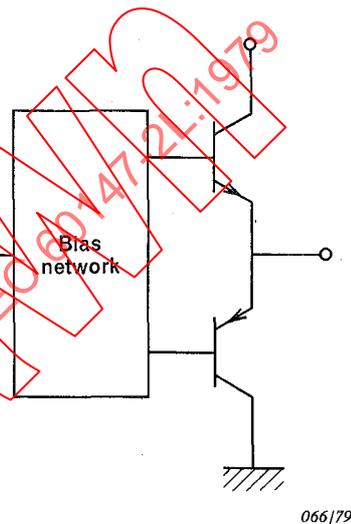


FIGURE 4

The impedance of capacitor C shall be low at the measurement frequency.

The capacitances  $C_1$  and  $C_2$  include the stray capacitances of the test fixture and shall be as specified.

The clock pulse waveform at the output of the clock input driving network shall be as specified. The oscilloscope is used to verify this condition.

Switch S is used to isolate the circuit being measured so that two measurements of the power consumed by the clock input driving network can be made.

The ammeter shall be a suitable instrument to measure the mean total current drawn by the clock input driving network.

The voltmeter shall be a suitable instrument to measure the voltage at the output terminal of the power supply.

If two or more clock pulses are required, the interrelationships between these pulses shall be as specified, and the measurements shall be performed for each of the clock lines separately.

*Precautions to be observed*

No special precautions are required.

*Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée.

Connecter le circuit intégré au circuit en mesure; régler les tensions d'alimentation et les conditions sur les autres entrées aux valeurs spécifiées.

Ajuster le réseau de commande d'entrée de l'horloge et le générateur d'impulsions afin de donner les impulsions désirées. L'oscilloscope est utilisé pour vérifier la forme d'onde des impulsions.

L'interrupteur S étant ouvert, mesurer le courant continu  $I_1$  traversant le réseau de commande d'entrée de l'horloge. Fermer ensuite l'interrupteur S et mesurer le courant  $I_2$ . Calculer alors la puissance nécessaire pour commander le circuit en mesure par:

$$P = V (I_2 - I_1)$$

*Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tensions d'alimentation (y compris  $V$ ).
- Caractéristiques du réseau de commande d'entrée de l'horloge et du réseau de charge de sortie.
- Conditions pour les impulsions d'horloge:
  - amplitude;
  - largeur;
  - temps de croissance;
  - temps de décroissance;
  - facteur d'utilisation (50%, sauf spécification contraire);
  - gamme de la fréquence de répétition.
- Interrelations entre les différentes impulsions, s'il y a lieu.
- Valeurs de  $C_1$  et  $C_2$ .
- Conditions pour les autres entrées.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60147-2:1979

*Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

The integrated circuit is connected to the measurement circuit; the supply voltages and the conditions at the other inputs shall be set to the specified values.

The clock input driving network and the pulse generator are adjusted to give the desired pulse. The oscilloscope is used to verify the pulse waveform.

With switch S opened, the d.c. current  $I_1$  flowing into the clock input driving network is measured. Then the switch S is closed and current  $I_2$  is measured. The power required to drive the circuit being measured is then calculated by:

$$P = V (I_2 - I_1)$$

*Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Supply voltages (including  $V$ ).
- Characteristics of clock input driving network and output loading network.
- Clock pulse conditions:
  - amplitude;
  - width;
  - rise time;
  - fall time;
  - duty cycle (50%, unless otherwise specified);
  - repetition frequency range.
- Interrelationships between different pulses, where appropriate
- Values for  $C_1$  and  $C_2$ .
- Conditions at other inputs.

WithNorm.com: Click to view the full PDF of IEC 60147-21:1979

### 3. Impédances d'entrée et de sortie

#### 3.1 Mesure de courant: capacités d'entrée et de sortie pour un fonctionnement en grands signaux

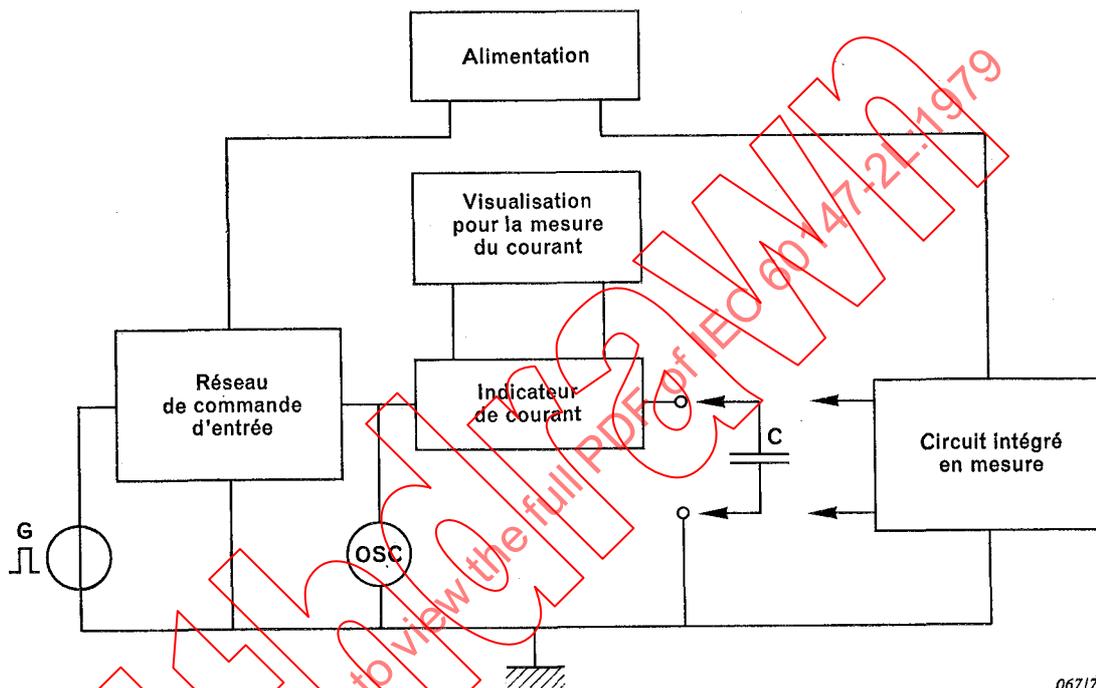
6

##### But

Mesurer en grands signaux les capacités d'entrée et de sortie d'un circuit intégré digital dans des conditions spécifiées.

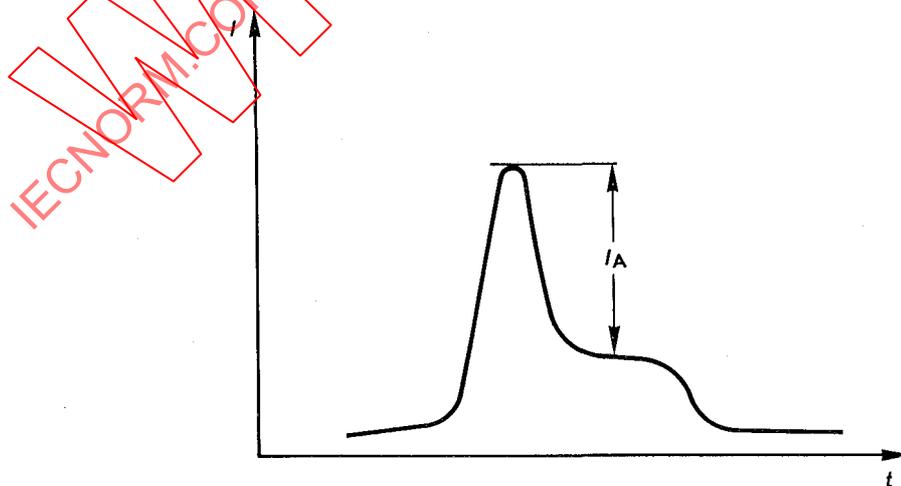
Note. — Cette méthode peut ne pas être applicable à la mesure des capacités d'entrée et de sortie d'un circuit intégré qui a une faible résistance parallèle d'entrée ou de sortie.

##### Schéma



067/79

FIGURE 5



068/79

FIG. 6. — Forme d'onde du courant mesuré.

### 3. Input and output impedances

#### 3.1 Current measurement: input and output capacitances for large-signal operation

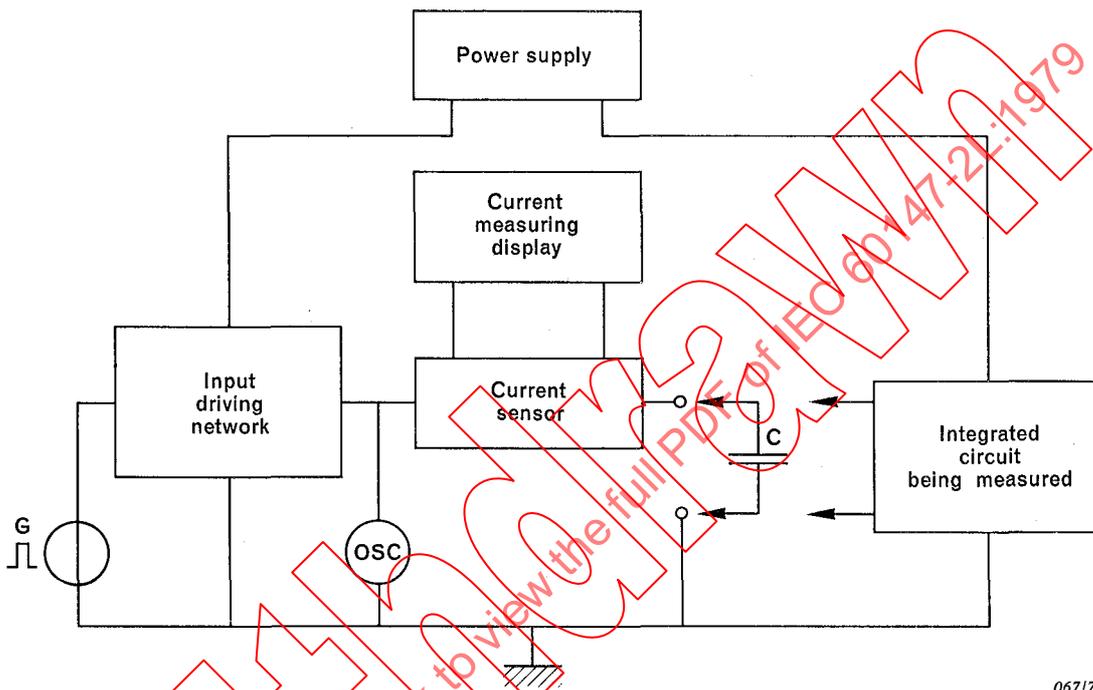
6

##### Purpose

To measure under large-signal conditions the input capacitance or output capacitance of a digital integrated circuit under specified conditions.

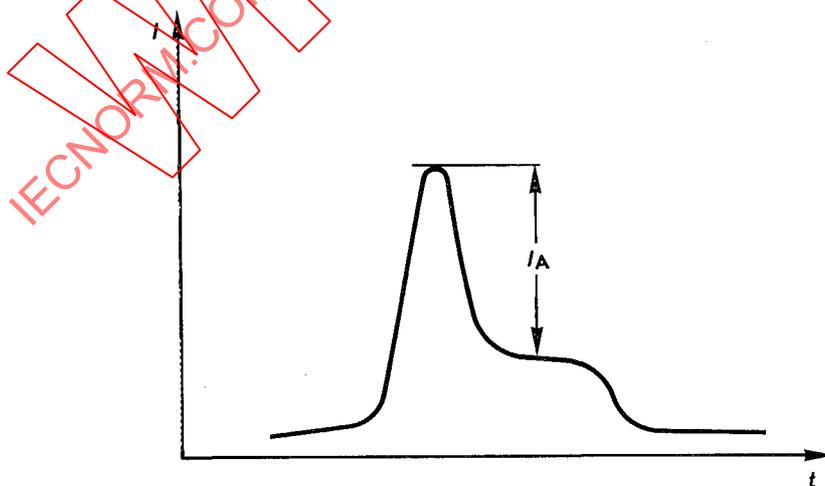
Note. — This method may be not suitable for measuring the input or output capacitance of an integrated circuit that has a very low input or output parallel resistance.

##### Circuit diagram



067179

FIGURE 5



068179

FIG. 6. — Measured current waveform.

### *Description et exigences du circuit*

La méthode consiste dans le choix d'un condensateur qui, pour une forme d'onde de tension appliquée, donne la même réponse de courant de pointe que la capacité d'entrée (de sortie) du circuit intégré en mesure.

Le générateur d'impulsions de tension fournit la forme d'onde de commutation. Le courant de pointe  $I_A$ , représenté dans la figure 6, est mesuré avec le dispositif de mesure du courant.

Le temps de transition de l'impulsion de commande appliquée au circuit intégré en mesure doit être inférieure à :

$$\frac{C_{\min} V}{I_{\max}}$$

où :

$C_{\min}$  = plus faible valeur possible de la capacité à mesurer

$V$  = amplitude spécifiée de la tension de l'impulsion de commande

$I_{\max}$  = valeur maximale spécifiée du courant continu dans la borne d'essai

L'impédance de sortie du réseau de commande d'entrée doit être suffisamment faible pour que, dans la gamme des capacités à mesurer, une variation dans le rapport de 2 à 1 de la capacité appliquée à la borne d'essai ne change pas le temps de transition de plus de 5%.

L'impédance d'entrée du dispositif de mesure du courant doit être faible devant l'impédance d'entrée (de sortie) du circuit en mesure.

### *Précautions à prendre*

Aucune précaution spéciale n'est nécessaire.

### *Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée.

Connecter le circuit intégré au circuit de mesure et régler la (les) tension(s) d'alimentation aux valeurs spécifiées.

Régler les tensions de commande et les conditions sur les autres bornes aux valeurs spécifiées. Appliquer l'impulsion de commande à la borne d'essai et régler son amplitude à la valeur spécifiée.

Mesurer la valeur du courant de pointe  $I_A$  représenté dans la figure 6, page 26.

Retirer le circuit intégré du circuit de mesure.

Déterminer par substitution la valeur du condensateur qui donne la même valeur du courant de pointe  $I_A$ .

### *Conditions spécifiées*

— Température ambiante ou température d'un point de référence.

— Tension(s) d'alimentation.

— Conditions de l'impulsion de commande à la borne d'essai :

amplitude;

largeur;

temps de croissance;

temps de décroissance;

fréquence de répétition.

— Conditions pour les autres bornes.

### *Circuit description and requirements*

The method consists of the selection of a capacitor which gives the same current peak response to a voltage waveform as the input (output) capacitance of the integrated circuit being measured.

The pulse generator provides the required switching waveform. The peak current  $I_A$  as shown in Figure 6 is measured by the current measuring device.

The transition time of the driving pulse applied to the integrated circuit being measured shall be less than:

$$\frac{C_{\min} V}{I_{\max}}$$

where:

$C_{\min}$  = minimum expected value of the capacitance to be measured

$V$  = specified voltage amplitude of the driving pulse

$I_{\max}$  = maximum specified value of the direct current into the terminal under test

The output impedance of the input driving network shall be low enough such that, within the range of capacitance to be measured, a 2 to 1 variation in the capacitance applied at the test terminal does not change the transition time as seen at the test terminal by more than 5%.

The input impedance of the current measuring device shall be low compared with the input (output) impedance of the circuit being measured.

### *Precautions to be observed*

No special precautions are required.

### *Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

The integrated circuit is connected into the measurement circuit and the power supply voltage(s) are set to the specified values.

The control voltages and conditions at other terminals are set to the specified values. The driving pulse is applied to the test terminal and set to the specified amplitude.

The value of the peak current  $I_A$  as shown in Figure 6, page 27, is measured.

The integrated circuit is removed from the measurement circuit.

The value of the capacitor which gives the same value of the peak current  $I_A$  is determined by substitution.

### *Specified conditions*

— Ambient or reference-point temperature.

— Supply voltage(s).

— Driving pulse conditions at the test terminal:

amplitude;  
width;  
rise time;  
fall time;  
repetition frequency.

— Conditions at other terminals.

3.2 Mesure de tension: capacités d'entrée et de sortie équivalentes, résistances d'entrée et de sortie équivalentes 11

On peut utiliser deux méthodes de mesure:

- l'une basée sur une méthode de mesure de tension en grands signaux;
- l'autre basée sur une méthode de pont en petits signaux.

Notes 1. — La préférence doit être donnée à la méthode en grands signaux.

2. — La méthode utilisée doit être spécifiée lorsqu'il existe des valeurs données pour ces caractéristiques.

3.2.1 Méthode en grands signaux

But

Mesurer la capacité d'entrée équivalente et la capacité de sortie équivalente et/ou la résistance d'entrée équivalente et la résistance de sortie équivalente d'un circuit intégré digital lorsqu'il est commuté d'un niveau défini à un autre, dans des conditions spécifiées.

Note. — La mesure de la capacité d'entrée équivalente (ou de la capacité de sortie équivalente) reste possible si le circuit intégré a une résistance d'entrée (ou de sortie) inférieure ou égale à l'impédance caractéristique de la ligne utilisée pour cette mesure. Seule une très faible résistance d'entrée (ou de sortie) shuntera la capacité d'entrée (ou de sortie) de telle façon qu'aucune mesure de capacité ne soit possible. Dans ce cas cependant, la capacité est sans importance pour les applications pratiques et sa mesure est remplacée par celle de la résistance.

Schéma

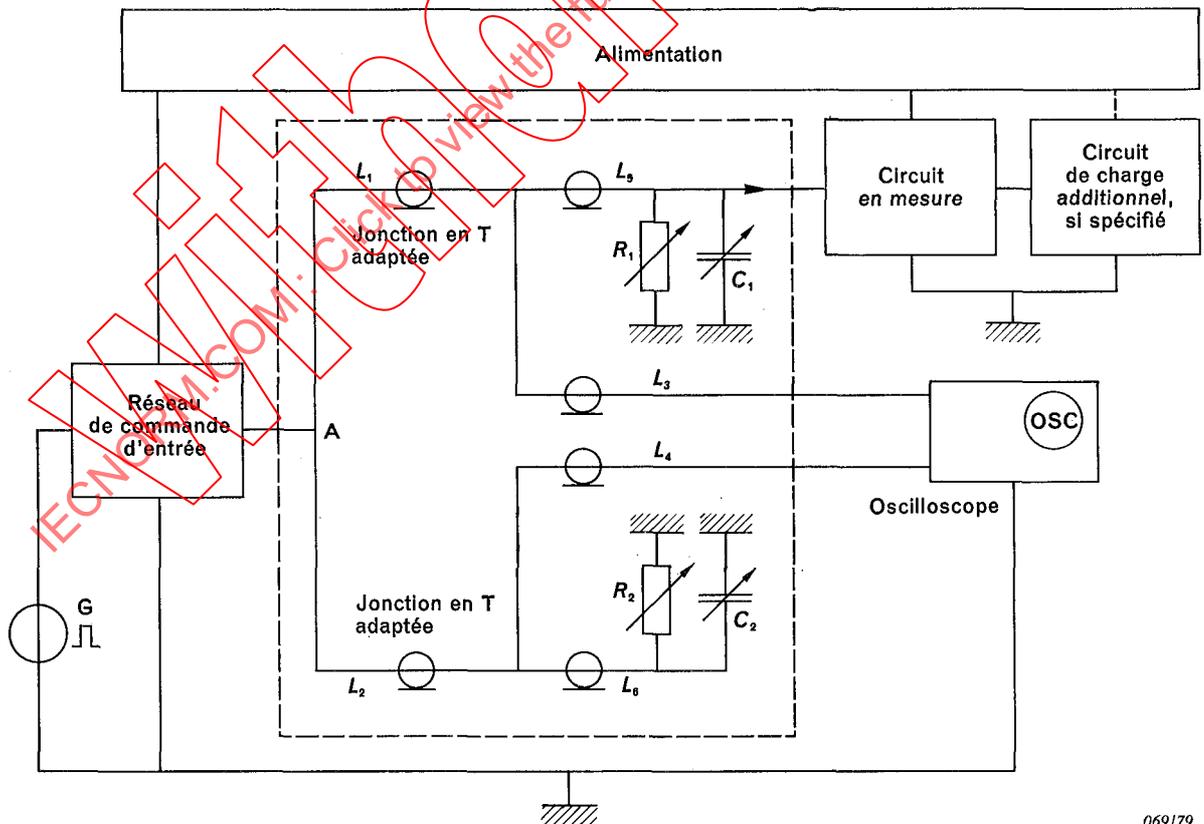


FIG. 7. — Mesure de la capacité équivalente d'entrée ou de la capacité équivalente de sortie et/ou de la résistance d'entrée ou de sortie d'un circuit intégré.

3.2 Voltage measurement: equivalent input and output capacitances, equivalent input and output resistances 11

Two methods of measurement may be used:

- one based on a large-signal voltage measurement method;
- the other based on a small-signal bridge method.

Notes 1. — Preference shall be given to the large-signal method.

2. — When stating values of these characteristics, the method used shall be specified.

3.2.1 Large-signal method

Purpose

To measure the equivalent input capacitance and equivalent output capacitance and/or the equivalent input resistance and equivalent output resistance of a digital integrated circuit when switched from one defined level to another, under specified conditions.

Note. — Measurement of the equivalent input capacitance or equivalent output capacitance is still possible if the integrated circuit has an input or output (respectively) resistance comparable with or less than the characteristic impedance of the line used for this measurement. Only a very low input resistance or output resistance will shunt the input or output capacitance, so that no measurement of capacitance is possible. In this case, however, capacitance is of no importance in practical applications and its measurement is replaced by the measurement of resistance.

Circuit diagram

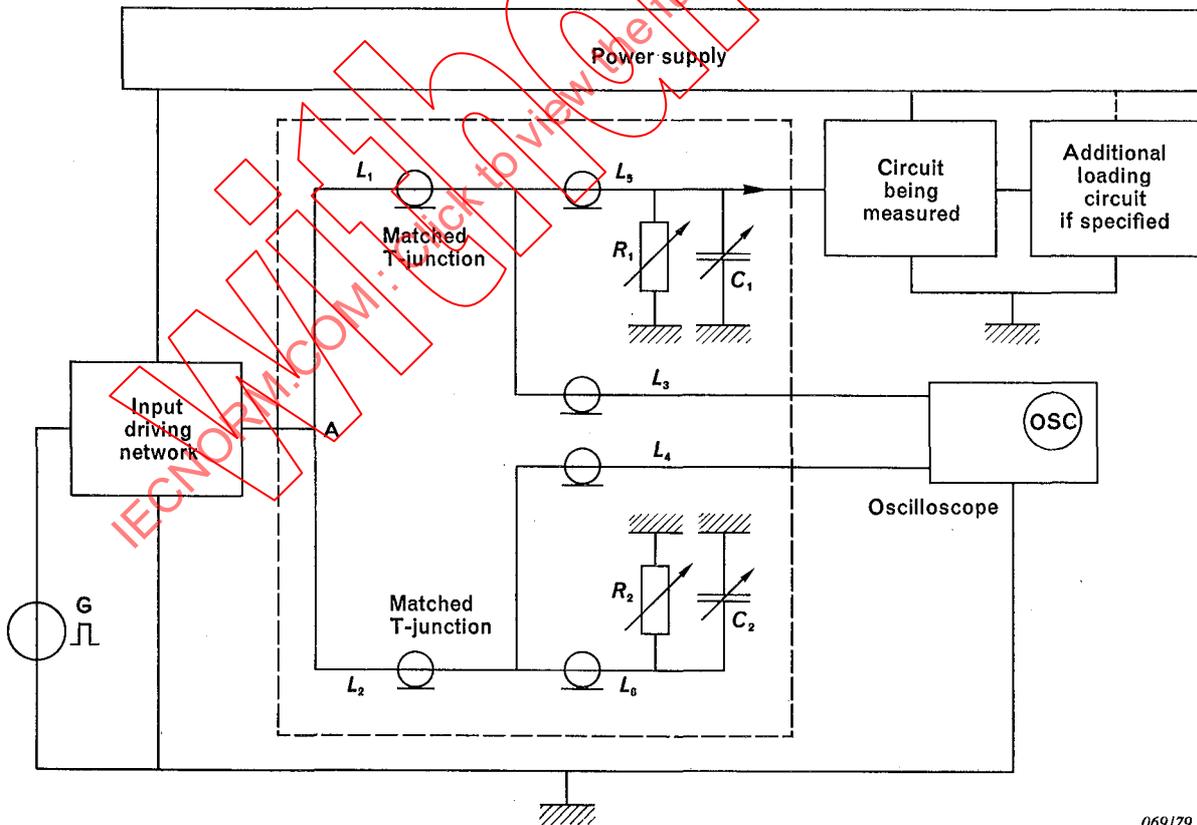


FIG. 7. — Measurement of equivalent input capacitance or equivalent output capacitance and/or equivalent input or output resistance of an integrated circuit.

### *Description et exigences du circuit*

Le générateur d'impulsions de tension fournit la forme d'onde exigée. Le temps de transition doit être approximativement égal à celui du circuit intégré en mesure. L'oscilloscope doit pouvoir mesurer les paramètres de l'impulsion ainsi que leur variation due au circuit en mesure.

Il est nécessaire que la longueur de  $L_1$  soit égale à celle de  $L_2$ , que la longueur de  $L_3$  soit égale à celle de  $L_4$  et que la longueur de  $L_5$  soit égale à celle de  $L_6$ . La longueur de  $L_5$  doit être approximativement égale à celle de  $L_3$  et celle de  $L_6$  approximativement égale à celle de  $L_4$ .

Les longueurs des lignes de transmission  $L_1$  et  $L_2$  doivent être très supérieures à celles des autres lignes, cela afin d'éviter le chevauchement des réflexions apparaissant au point A (figure 7) avec celles causées par le circuit en mesure.

Les impédances caractéristiques des lignes  $L_1$  à  $L_6$  doivent être égales; les jonctions en T et les entrées de l'oscilloscope doivent leur être adaptées.

Les fils connectant  $R_1$ ,  $C_1$  et  $R_2$ ,  $C_2$  doivent être aussi courts que possible et de même longueur, afin d'avoir des inductances parasites faibles ou au moins égales.

### *Précautions à prendre*

Afin d'éviter le chevauchement de l'impulsion de réponse (du circuit intégré) avec l'impulsion transmise, le double du temps de propagation sur  $L_3$  et  $L_5$  (ou  $L_4$  et  $L_6$ ) doit être très supérieur au temps de croissance ou au temps de décroissance de l'impulsion au point A.

### *Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée.

Connecter le générateur d'impulsions, le réseau de commande d'entrée et l'oscilloscope au réseau de lignes  $L_1$  à  $L_6$  comme l'indique la figure 7, page 30. Régler l'amplitude de la tension et le temps de croissance ou de décroissance spécifiés pour l'impulsion d'entrée au moyen du réseau de commande d'entrée.

Choisir la fréquence des impulsions de telle façon que les distances, exprimées en temps, entre les flancs successifs de montée ou de descente ne soient pas un nombre entier de fois les temps de propagation des lignes  $L_1 + L_5$  ou  $L_2 + L_6$ .

A l'aide des résistances  $R_1$  et  $R_2$  et des condensateurs  $C_1$  et  $C_2$ , équilibrer le circuit de mesure pour que les traces sur l'oscilloscope coïncident. Régler  $R_1$  et  $R_2$  à des valeurs relativement élevées (par exemple, avec des circuits TTL, à environ  $5\text{ k}\Omega$ ) et  $C_1$  et  $C_2$  à la valeur la plus faible possible (par exemple  $1\text{ pF}$  à  $2\text{ pF}$  environ).

Connecter alors le circuit intégré à la ligne  $L_5$ , ce qui provoque une réflexion telle que l'une des deux traces de l'oscilloscope n'est plus en coïncidence avec l'autre. Rétablir la coïncidence en modifiant  $R_2$  et  $C_2$ .

Les variations  $\Delta R_2$  et  $\Delta C_2$  sont respectivement la résistance équivalente et la capacité équivalente.

### *Circuit description and requirements*

The pulse generator provides the required switching waveform. The transition time shall be approximately equal to that of the integrated circuit being measured. The oscilloscope shall be capable of measuring the pulse parameters and the variations caused by the circuit being measured.

It is necessary to have the length of  $L_1$  equal to the length of  $L_2$ , the length of  $L_3$  equal to the length of  $L_4$ , and the length of  $L_5$  equal to the length of  $L_6$ . The length of  $L_5$  shall be approximately equal to that of  $L_3$  and that of  $L_6$  approximately equal to that of  $L_4$ .

The lengths of the transmission lines  $L_1$  and  $L_2$  shall be considerably longer than those of the other lines. The reason is to avoid overlapping of reflections occurring at point A (Figure 7) with those caused by the circuit being measured.

The characteristic impedance of the lines  $L_1$  to  $L_6$  shall be equal and the T-junctions and oscilloscope inputs matched to them.

The connecting wires of  $R_1$ ,  $C_1$  and  $R_2$ ,  $C_2$  shall be as short as possible and of the same length, in order to keep undesired inductances low, or at least approximately equal.

### *Precautions to be observed*

In order to avoid overlapping of the pulse response (of the integrated circuit) with the transmitted pulse, twice the propagation time of  $L_3 + L_5$  (or  $L_4 + L_6$ ) shall be considerably longer than the rise time or fall time of the pulse at point A.

### *Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

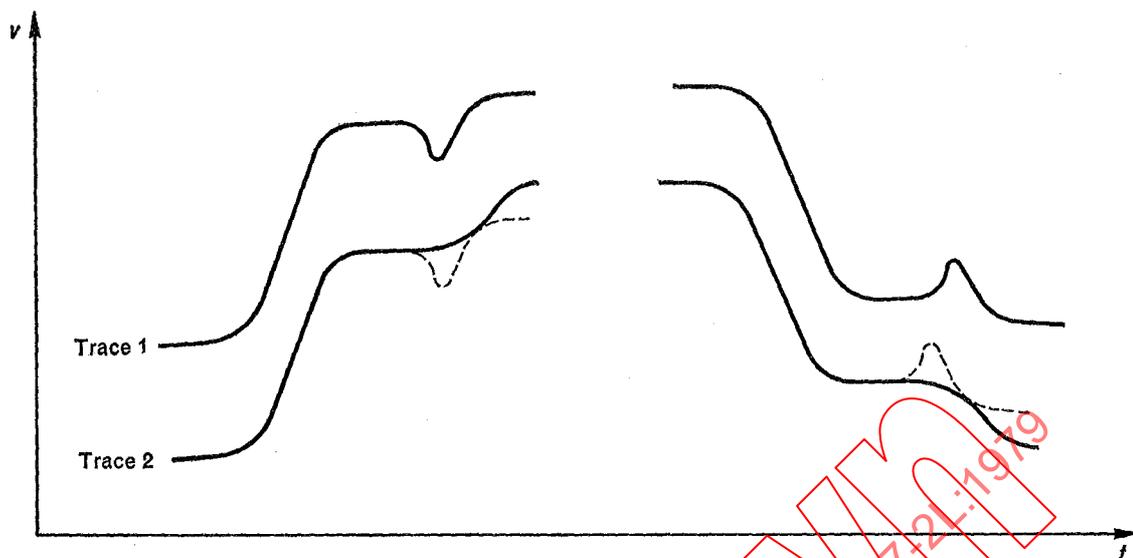
The pulse generator, the input driving network and the oscilloscope are connected to the line network  $L_1$  through  $L_6$  as shown in Figure 7, page 31. The specified voltage amplitude and rise or fall times of the input pulse are set by means of the input driving network.

The pulse frequency is chosen so that the distances, expressed in times, between two successive rising or falling edges are not in an integral proportion with the propagation times of the lines  $L_1 + L_5$  or  $L_2 + L_6$ , respectively.

With the aid of resistors  $R_1$  and  $R_2$  and capacitors  $C_1$  and  $C_2$ , the measurement circuit is balanced so that both oscilloscope traces coincide.  $R_1$  and  $R_2$  should be set to a relatively high value (e.g. with TTL circuits, approximately 5 k $\Omega$ ) and  $C_1$  and  $C_2$  to the lowest possible value (e.g. approximately 1 pF to 2 pF).

The integrated circuit is then connected to the line  $L_5$  causing a reflection whereby one of the two oscilloscope traces is moved out of coincidence with the other one. By changing  $R_2$  and  $C_2$ , coincidence is re-established.

The change  $\Delta C_2$  or  $\Delta R_2$  is the equivalent capacitance or equivalent resistance, respectively.



070179

FIG. 8. — Traces non coïncidentes dues à une modification de l'équilibre à l'aide du circuit en mesure (les lignes pointillées montrent le rétablissement de l'équilibre au moyen de  $R_2$  et  $C_2$ ).

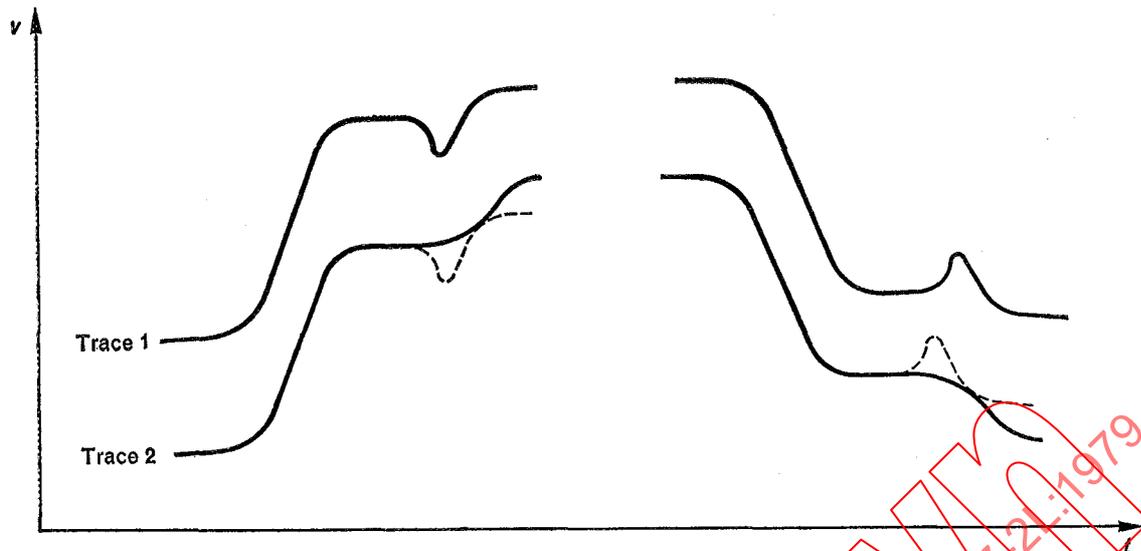
*Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tensions d'alimentation et conditions aux autres bornes.
- Conditions pour les impulsions d'entrée:
  - amplitude au-dessus et au-dessous d'un niveau de référence spécifié;
  - largeur;
  - temps de croissance;
  - temps de décroissance;
  - fréquence de répétition.
- Direction de transition entre niveaux définis.
- Valeurs des résistances  $R_1$  et  $R_2$ .

3.2.2 *Méthode du pont (en petits signaux)*

*But*

Mesurer la capacité d'entrée ou la capacité de sortie d'un circuit intégré dans des conditions de petits signaux spécifiés.



070179

FIG. 8. — Non-coinciding traces due to disturbance of the balance by means of the circuit being measured (dotted lines show re-establishment of the balance by means of  $R_2$  and  $C_2$ ).

*Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Supply voltages and conditions at other terminals.
- Input pulse conditions:
  - amplitude above and below a specified reference level;
  - width;
  - rise time;
  - fall time;
  - repetition frequency.
- Direction of transition between the defined levels.
- Values of resistors  $R_1$  and  $R_2$ .

3.2.2 *Bridge method (small-signal)*

*Purpose*

To measure the input or the output capacitance of an integrated circuit, under specified small-signal conditions.

Schéma

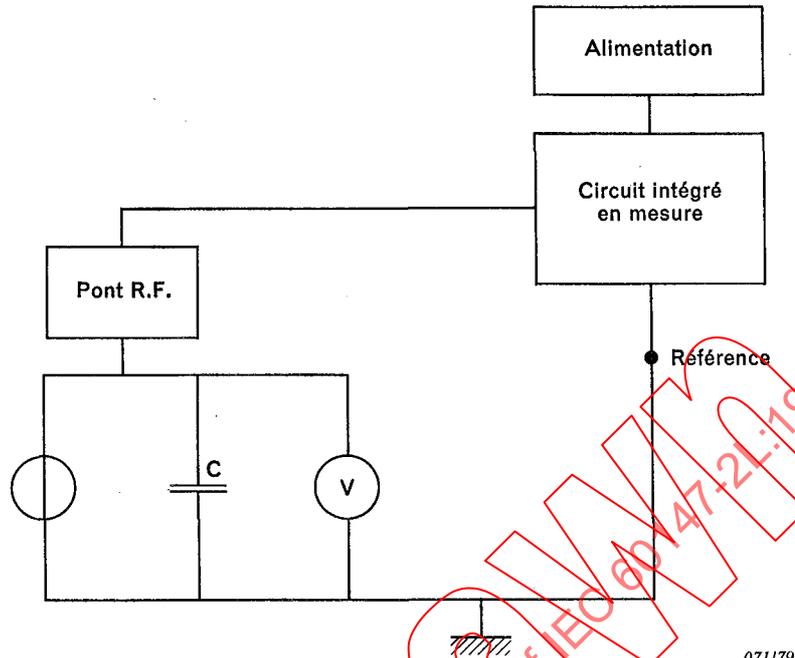


FIGURE 9

071179

*Description et exigences du circuit*

Le pont R.F. doit avoir une faible résistance interne en continu et doit pouvoir supporter le courant inverse exigé de l'entrée ou de la sortie en mesure, sans affecter la précision de la mesure. Par ailleurs, d'autres méthodes de polarisation du circuit peuvent être utilisées. Les conditions de mesure en petits signaux doivent pouvoir s'appliquer.

Le condensateur C doit présenter un court-circuit à la fréquence de mesure qui doit être de 1 MHz, sauf spécification contraire.

*Précautions à prendre*

Aucune précaution spéciale n'est nécessaire.

*Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée et la vérifier immédiatement avant et après la mesure.

Équilibrer le pont R.F., le circuit intégré étant retiré du circuit de mesure; régler la tension d'entrée à la valeur spécifiée.

Insérer le circuit intégré dans le circuit de mesure; vérifier la tension d'entrée et équilibrer à nouveau le pont R.F.

La différence entre les deux lectures du pont R.F. donne la valeur de la capacité d'entrée ou de sortie.

*Circuit diagram*

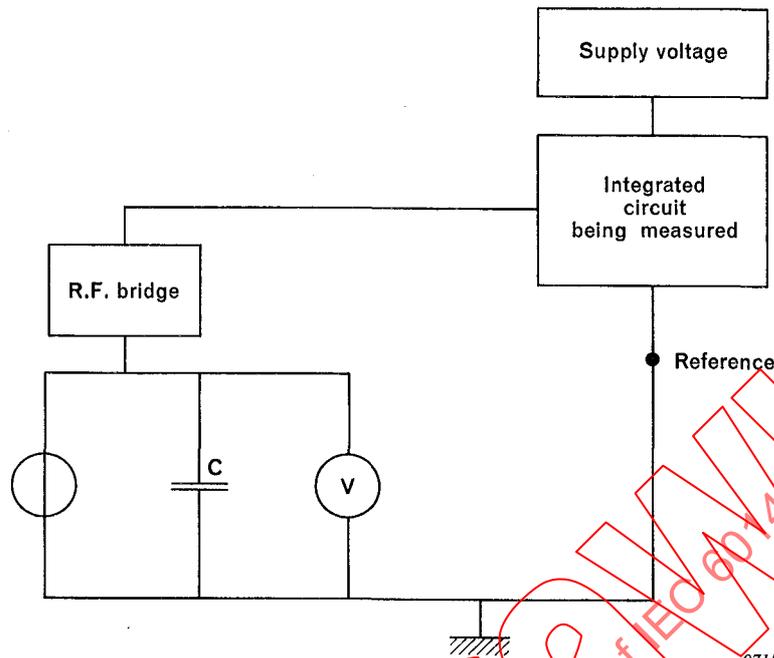


FIGURE 9

*Circuit description and requirements*

The r.f. bridge shall have low internal d.c. resistance and shall be capable of carrying the required d.c. current of the input or output being measured without affecting the accuracy of measurement. Alternatively, other methods of biasing the circuit may be used. Small-signal conditions of measurement shall apply.

Capacitor C shall present a short-circuit at the measurement frequency which shall be 1 MHz, unless otherwise specified.

*Precautions to be observed*

No special precautions are required.

*Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value and checked immediately before and after the measurement.

The r.f. bridge is balanced with the integrated circuit removed from the measuring circuit; the input voltage is set to the specified value.

The integrated circuit is inserted into the measuring circuit; the input voltage is checked and the r.f. bridge is again balanced.

The capacitance of the input or output is measured as the difference between the two readings of the r.f. bridge.

*Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension d'entrée.
- Tensions d'alimentation.
- Fréquence de mesure (si elle diffère de 1 MHz).
- Conditions pour les autres bornes.

**4. Temps caractérisant le circuit**

4.1 *Temps de propagation*

3

4.1.1 *Circuits bipolaires*

*Introduction*

La méthode décrite ci-dessous est applicable aux circuits digitaux combinatoires et séquentiels du type bipolaire, à l'exception des circuits à vitesse élevée qui nécessitent, au niveau des interconnexions, des lignes de transmission adaptées et des terminaisons spécifiques.

*But*

Cette méthode donne les valeurs des temps de propagation pour les circuits inverseurs et non inverseurs, lorsque leurs entrées et leurs sorties sont chargées par des circuits intégrés spécifiés ou leurs équivalents.

*Schéma*

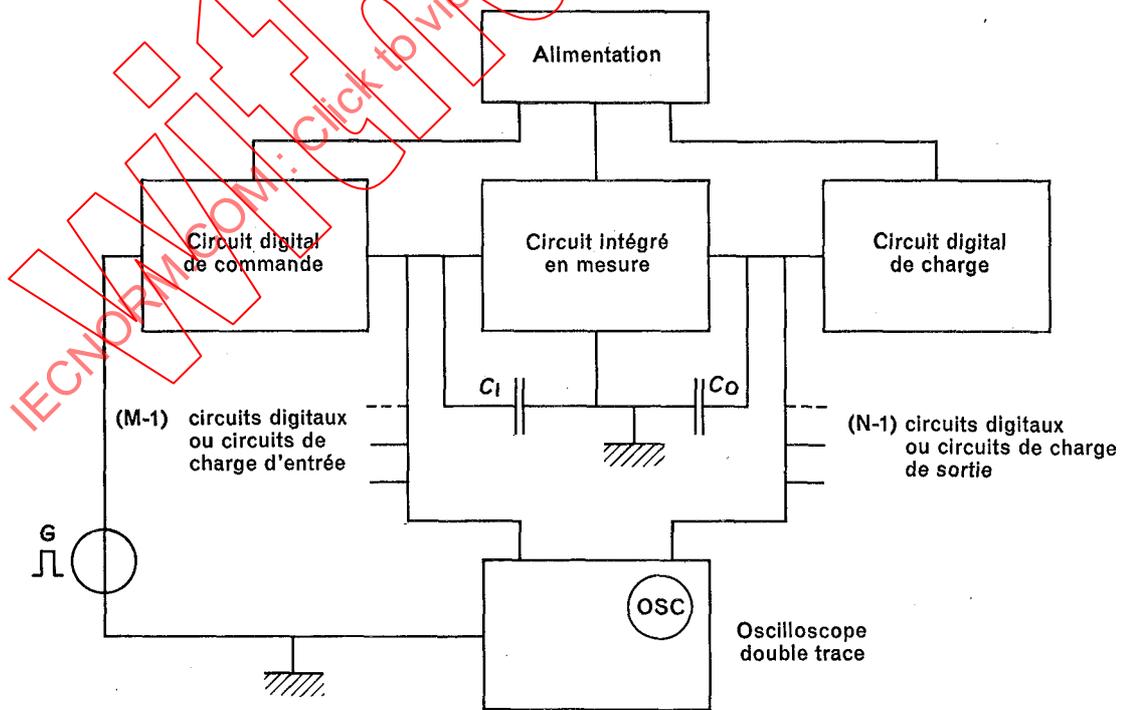


FIGURE 10

*Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Input voltage.
- Supply voltages.
- Measurement frequency (if different from 1 MHz).
- Conditions at other terminals.

4. Times characterizing the circuit

4.1 Propagation times 3

4.1.1 Bipolar circuits

*Introduction*

The method described below is applicable to combinatorial and sequential digital circuits of the bipolar type, with the exception of high-speed circuits which for interconnection require matched transmission lines and specific terminations.

*Purpose*

This method gives values of the propagation times for inverting and non-inverting circuits when their inputs and outputs are loaded with specified integrated circuits or their equivalent.

*Circuit diagram*

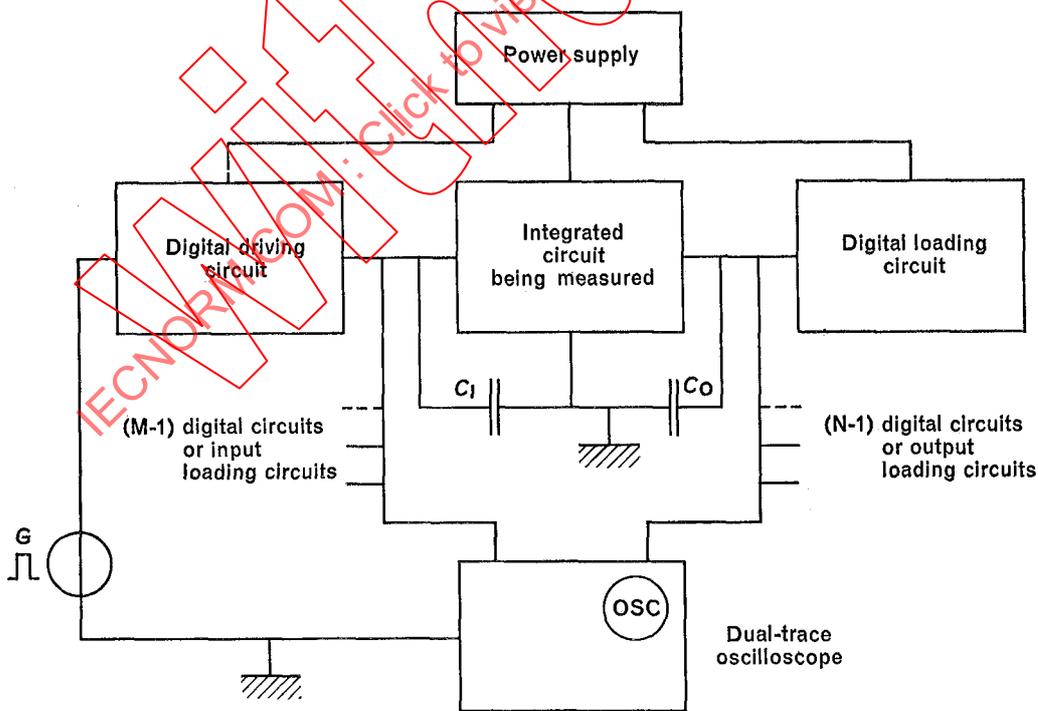


FIGURE 10

### Description et exigences du circuit

Les circuits intégrés utilisés dans le circuit de commande d'entrée et dans les circuits de charge d'entrée et de sortie doivent avoir les caractéristiques typiques des circuits intégrés destinés à être normalement connectés au circuit intégré en mesure.

On doit indiquer le nombre de circuits de charge commandés en parallèle par le circuit de commande (M) et par le circuit en mesure (N) choisi de préférence pour être dans les conditions de pire cas pour chacun des deux temps mesurés.

Les circuits utilisés pour les circuits de charge d'entrée et de sortie doivent avoir satisfait aux exigences de la spécification pour les autres caractéristiques y compris les mesures des temps de délai et de transition suivant les méthodes décrites dans le paragraphe 4.2. Les circuits de charge d'entrée et de sortie peuvent être remplacés par des réseaux équivalents, pour autant qu'une telle équivalence soit prouvée.

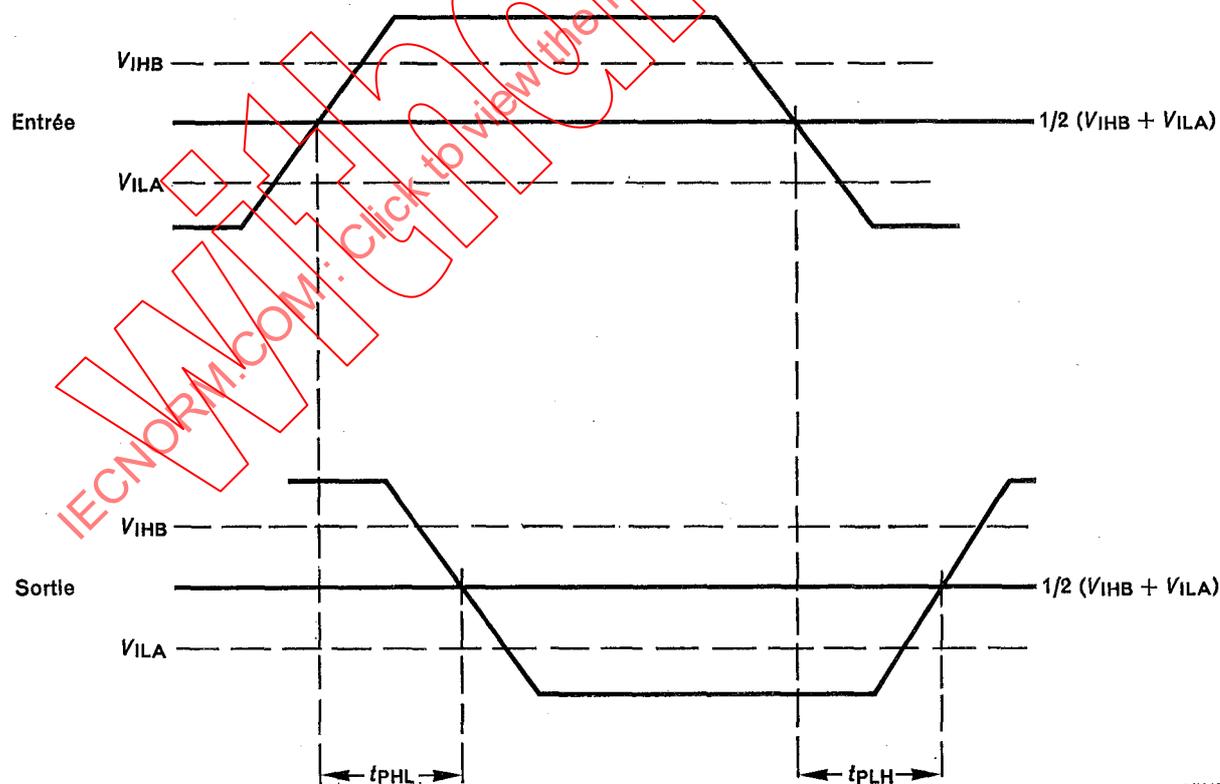
L'impédance d'entrée de l'oscilloscope doit être grande par rapport aux impédances d'entrée et de sortie du circuit intégré en mesure. Si nécessaire, un instrument équivalent pour la mesure du temps peut être utilisé à la place de l'oscilloscope.

Les capacités d'entrée et de sortie  $C_I$  et  $C_O$  doivent comprendre toutes les capacités parasites associées au support d'essai et aux instruments de mesure, mais doivent exclure celles du circuit en mesure et des circuits de charge d'entrée et de sortie. Si la longueur des connexions provoque des effets inductifs, le détail du câblage devra être précisé.

Il ne doit pas y avoir de retard différentiel appréciable dans l'oscilloscope.

### Exécution

Mesurer directement les temps de propagation à partir des formes d'onde apparaissant sur l'oscilloscope, comme il est indiqué par exemple dans la figure 11.



Cette figure s'applique à un montage inverseur, à titre d'exemple.

FIGURE 11

*Circuit description and requirements*

The integrated circuits which are used for the input driving circuit and the input and output loading circuits shall have characteristics representative of the integrated circuits intended to be normally connected to the integrated circuit being measured.

The number of loading circuits driven in parallel by both the driving circuit (M) and the integrated circuit being measured (N) shall be stated, and preferably chosen in order to present the worst case for each of the two times to be measured.

Circuits used for the input and output loading circuits shall have passed the specification requirements for all other characteristics, including the delay and transition time measurements made using the methods of Sub-clause 4.2. The input and the output loading circuits may be replaced by equivalent networks provided such equivalence can be demonstrated.

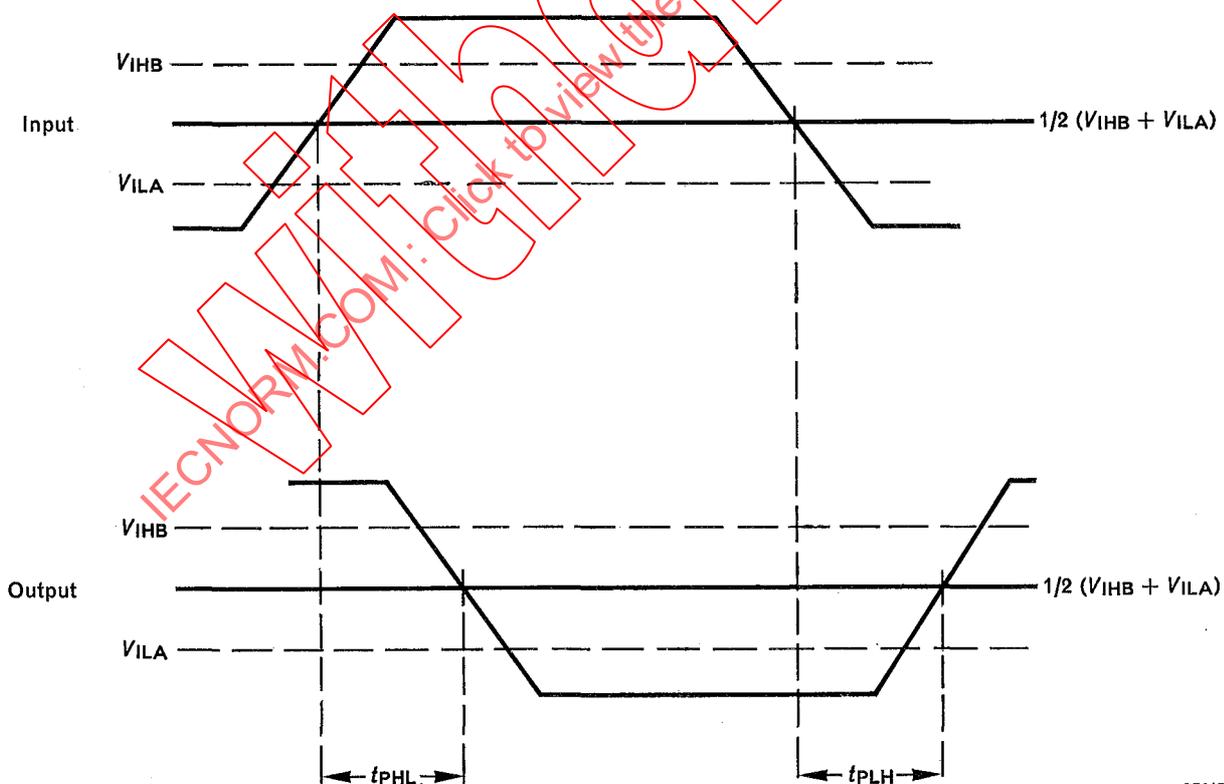
The input impedance of the oscilloscope shall be high compared to the input and output impedances of the integrated circuit being measured. If necessary, an equivalent time measuring instrument may be used in place of the oscilloscope.

The input and output capacitances  $C_I$  and  $C_O$  shall include all stray capacitances associated with the mounting jigs, test fixtures and measuring instruments, but shall exclude parasitic capacitances of the integrated circuit being measured and of the input and output loading circuits. Where the length of connections may give rise to inductive effects, the detail of the wiring configuration must be given.

There shall be no significant differential delay in the oscilloscope.

*Measurement procedure*

The propagation times are measured directly from the waveforms displayed on the oscilloscope as shown for example in Figure 11.



This figure applies to an inverting unit, by way of illustration.

FIGURE 11

*Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Types du circuit de commande d'entrée et des circuits de charge d'entrée et de sortie, ou configuration du circuit et valeurs des composants pour les réseaux équivalents de charge.
- Conditions pour les impulsions d'entrée:
  - valeurs des tensions pour les niveaux HAUT et BAS, dans la gamme H et la gamme L, respectivement;
  - largeur;
  - temps de croissance;
  - temps de décroissance;
  - fréquence de répétition.
- Conditions pour les autres bornes.
- Capacités  $C_I$  et  $C_O$ .
- Valeurs de M et N.

4.1.2 *Circuits MOS*

7

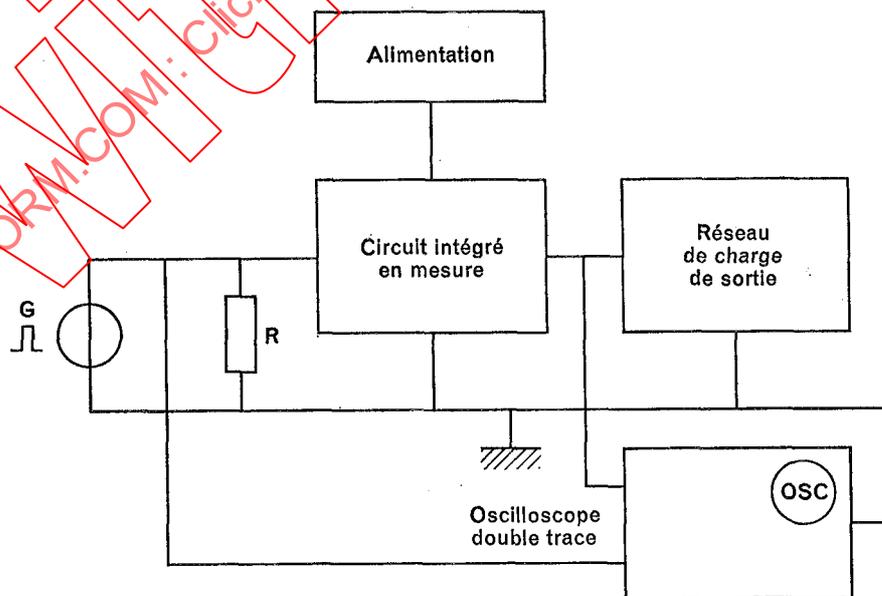
*But*

Mesurer les valeurs des temps de propagation des circuits intégrés MOS lorsque la configuration de la sortie passe du niveau HAUT défini au niveau BAS défini, ou l'inverse, dans des conditions spécifiées de commande d'entrée et de charge de sortie.

Cette méthode est applicable à tout circuit où un changement de configuration de sortie est produit par un signal spécifié appliqué à une borne d'entrée spécifiée.

*Note.* — Cette méthode est également applicable à la mesure des temps de transition des circuits intégrés MOS.

*Schéma*



.074179

FIGURE 12

*Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Supply voltage(s).
- Types of input driving circuit and input and output loading circuits, or circuit configuration and component values of the equivalent loading networks.
- Input pulse conditions:
  - values of HIGH and LOW voltage levels, within the H-range and L-range, respectively;
  - width;
  - rise time;
  - fall time;
  - repetition frequency.
- Conditions at other terminals.
- Capacitances  $C_I$  and  $C_O$ .
- Values of M and N.

4.1.2 MOS circuits

7

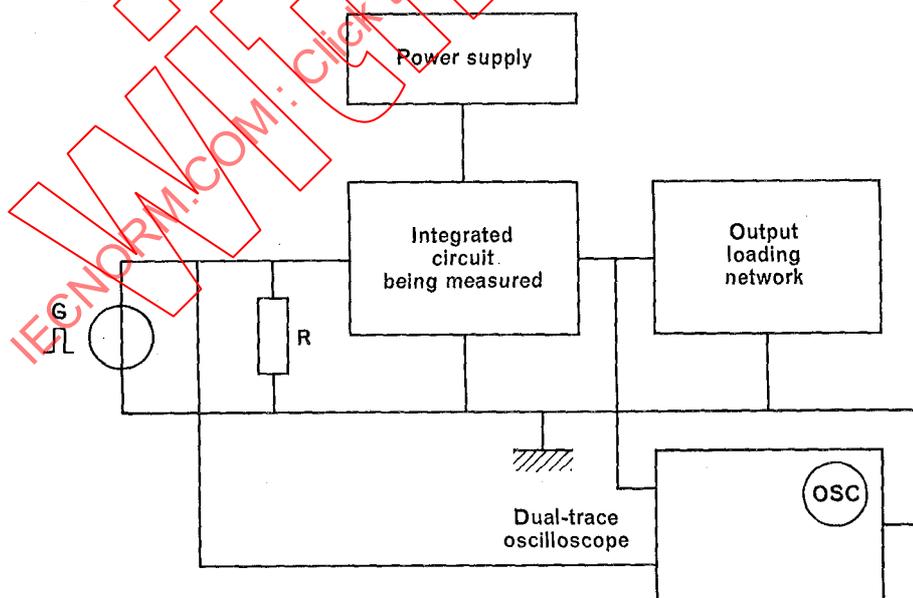
*Purpose*

To measure the propagation times of MOS integrated circuits when the output configuration changes from the defined HIGH level to the defined LOW level, or the reverse, under specified input driving and output loading conditions.

This method is applicable to any circuit where a change of an output configuration is produced by a specified signal applied to a specified input terminal.

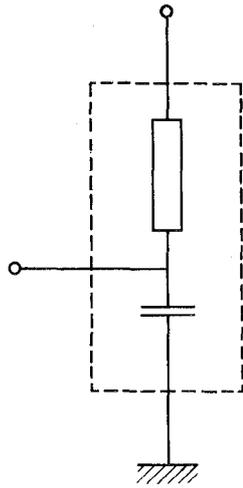
*Note.* — This method is also applicable to measure the transition times of MOS integrated circuits.

*Circuit diagram*



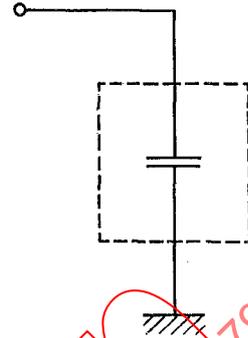
074179

FIGURE 12



075/79

FIGURE 13a



076/75

FIGURE 13b

FIG. 13. — Exemples de réseaux de charge de sortie.

*Description et exigences du circuit*

Le générateur d'impulsions utilisé pour attaquer l'entrée doit fournir une impulsion ayant des temps de croissance et de décroissance spécifiés. La forme d'onde de l'impulsion d'entrée et la résistance R doivent être telles que spécifiées.

Le réseau de charge de sortie doit être réalisé à l'aide de composants passifs linéaires (voir figure 13 comme exemples).

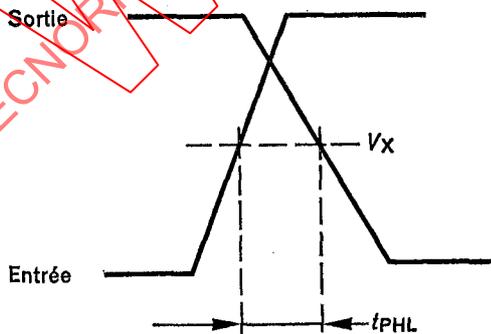
L'impédance d'entrée de l'oscilloscope doit être grande par rapport aux impédances d'entrée et de sortie du circuit en mesure. Un instrument équivalent pour la mesure du temps peut être utilisé à la place de l'oscilloscope. Il ne doit pas y avoir de retard différentiel appréciable dans l'oscilloscope.

La capacité de charge doit comprendre toutes les capacités parasites associées au support d'essai et aux instruments de mesure, mais doit exclure les capacités parasites du circuit intégré en mesure.

Si la longueur des connexions provoque des effets inductifs, le détail du câblage doit être donné.

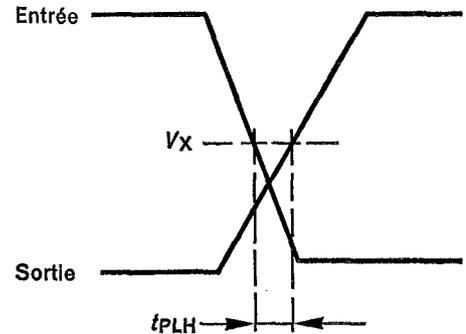
*Exécution*

Mesurer directement les temps de propagation à partir des formes d'ondes apparaissant sur l'oscilloscope, comme il est indiqué, à titre d'exemple, dans les figures 14a et 14b.



077/79

FIGURE 14a

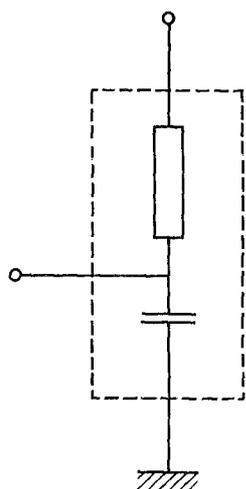


078/79

FIGURE 14b

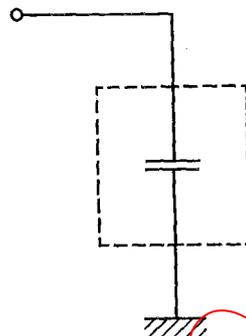
Ces figures s'appliquent à un circuit inverseur uniquement, à titre d'exemple.

FIGURE 14



075/79

FIGURE 13a



076/79

FIGURE 13b

FIG. 13. — Examples of output loading networks.

*Circuit description and requirements*

The pulse generator shall have the capability of delivering a pulse with specified rise and fall times. The input pulse waveform and terminating resistor R shall be as specified.

The output loading network shall be established by means of passive linear components (see Figure 13 for examples).

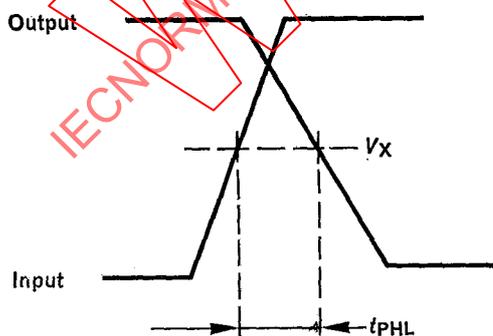
The input impedance of the oscilloscope shall be high compared to the input and output impedances of the integrated circuit being measured. An equivalent time measuring instrument may be used in place of the oscilloscope. There shall be no significant differential delay in the oscilloscope.

The load capacitance shall include all stray capacitances associated with the test mount and measuring instruments, but shall exclude parasitic capacitance of the integrated circuit being measured.

Where the length of connections may give rise to inductive effects, the details of the wiring configuration must be given.

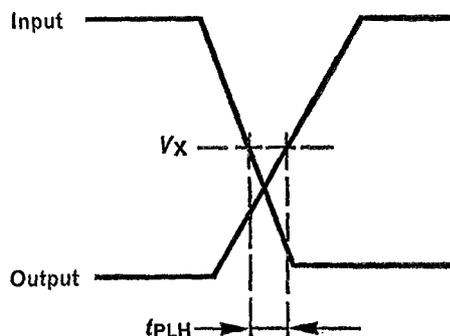
*Measurement procedure*

The propagation times are measured directly from the waveforms displayed on the oscilloscope; an example is shown in Figures 14a et 14b.



077/79

FIGURE 14a



078/79

FIGURE 14b

These figures apply to an inverting unit only, by way of illustration.

FIGURE 14

*Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Configuration et valeurs des composants du réseau de charge de sortie, y compris les capacités parasites.
- Conditions pour les impulsions d'entrée:
  - valeurs des tensions pour les niveaux HAUT et BAS, une valeur quelconque dans la gamme H et la gamme L, respectivement;
  - largeur;
  - temps de croissance;
  - temps de décroissance;
  - fréquence de répétition.
- Valeur de la résistance  $R$ .
- Conditions pour les autres bornes.
- Valeur de la tension  $V_x$ .

4.2 Temps de délai et de transition 4, 5

4.2.1 Circuits bipolaires

*Introduction*

La méthode décrite ci-dessous est applicable aux circuits digitaux combinatoires et séquentiels du type bipolaire, à l'exception des circuits à vitesse élevée qui nécessitent, au niveau des interconnexions, des lignes de transmission adaptées et des terminaisons spécifiques.

*But*

Cette méthode donne des valeurs des temps de délai et de transition pour les circuits inverseurs et non inverseurs, lorsque leurs entrées et leurs sorties sont chargées par des réseaux spécifiés.

*Schéma*

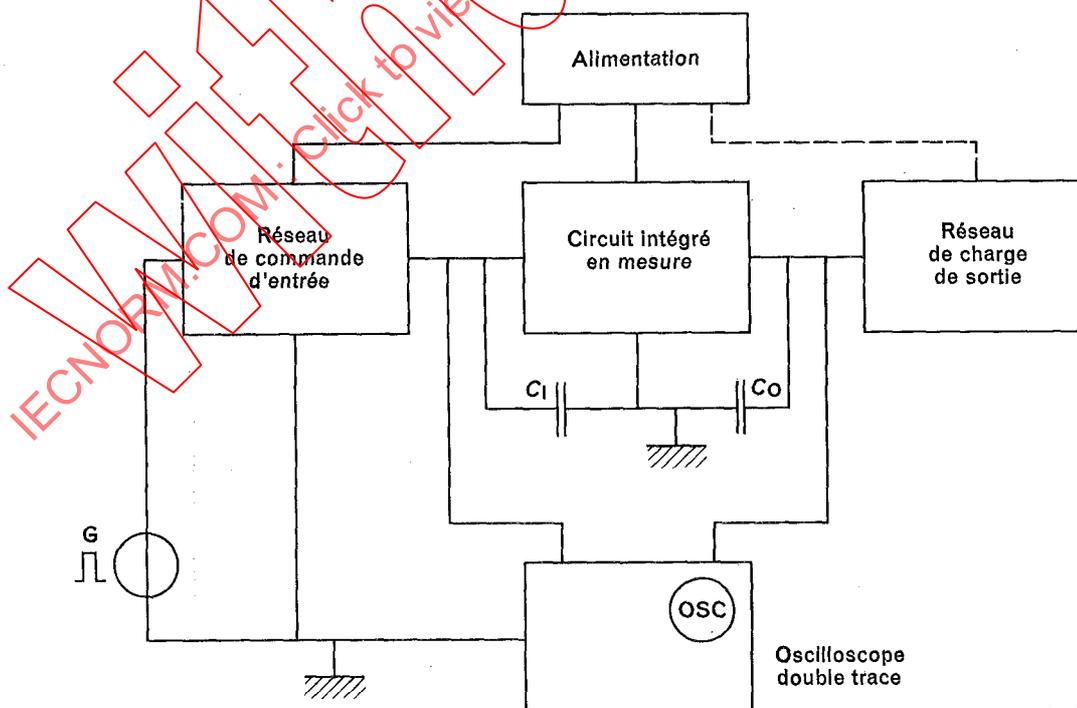


FIGURE 15

*Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Supply voltage(s).
- Configuration and component values of the output loading network, including stray capacitances.

— Input pulse conditions:

values of HIGH and LOW voltage levels within the H-range and L-range, respectively.

- width;
- rise time;
- fall time;
- repetition frequency.

- Value of terminating resistance  $R$ .
- Conditions at other terminals.
- Value of voltage  $V_x$ .

4.2 *Delay and transition times*    4, 5

4.2.1 *Bipolar circuits*

*Introduction*

The method described below is applicable to combinatorial and sequential digital circuits of the bipolar type, with the exception of high-speed circuits that for interconnection require matched transmission lines and specific terminations.

*Purpose*

This method gives values of delay and transition times for inverting and non-inverting circuits when their inputs and outputs are connected to specified networks.

*Circuit diagram*

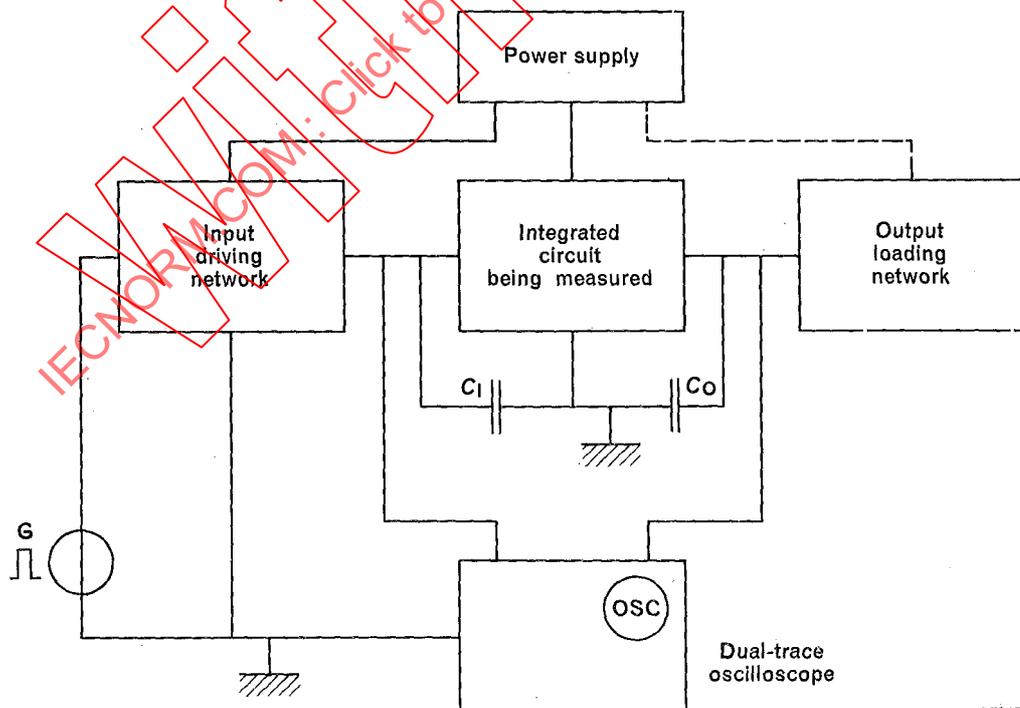


FIGURE 15

### *Description et exigences du circuit*

Le générateur d'impulsions, associé au réseau de commande d'entrée, doit pouvoir fournir une impulsion à l'entrée ayant des temps de croissance et de décroissance spécifiés (voir, par exemple, la figure 16, page 50).

Ces niveaux de tension, indiqués dans la figure 16, doivent être établis avec le réseau d'entrée commandant une charge fictive représentant un circuit typique. Le montage de mesure doit être spécifié s'il a un effet sur le résultat.

Les capacités d'entrée et de sortie ( $C_I$  et  $C_O$ ) doivent inclure toutes les capacités parasites présentes dans les réseaux de commande et de charge et celles associées aux accessoires de montage et d'essai et des appareils de mesure, mais doivent exclure les capacités parasites du circuit intégré en mesure.  $C_I$  et  $C_O$  peuvent être incluses dans les réseaux de commande d'entrée ou de charge de sortie s'il y a lieu.

L'impédance d'entrée de l'oscilloscope doit être grande vis-à-vis des impédances d'entrée et de sortie du circuit intégré en mesure, ou doit être incluse dans les réseaux de commande d'entrée et de charge de sortie. On peut utiliser, au lieu de l'oscilloscope, un instrument équivalent pour la mesure du temps.

Il ne doit pas y avoir de retard différentiel appréciable dans l'oscilloscope.

### *Exécution*

Mesurer les temps de délai et de transition à partir des formes d'onde obtenues sur l'oscilloscope, comme il est indiqué dans l'exemple de la figure 16, page 50.

### *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension(s) d'alimentation.
- Configuration et valeurs des composants du réseau de commande d'entrée et du réseau de charge de sortie.
- Conditions pour les impulsions d'entrée:
  - valeurs des niveaux de tension HAUT et BAS (voir figure 16, page 50);
  - largeur;
  - temps de croissance;
  - temps de décroissance;
  - fréquence de répétition.
- Conditions pour les autres bornes.
- Capacités  $C_I$  et  $C_O$ .

### *Circuit description and requirements*

The pulse generator, in connection with the input driving network, shall have the capability of delivering an input pulse with specified rise and fall times (see, for example, Figure 16, page 51).

These voltage levels, as given in Figure 16, shall be set up with the input network driving a dummy load which represents a typical circuit. The measuring jig shall be specified if it has an effect on the result.

The input and output capacitances ( $C_I$  and  $C_O$ ) shall include all parasitic capacitances present in the driving and loading networks and stray capacitances associated with the mounting jig, test fixtures and measuring instruments, but shall exclude the parasitic capacitances of the integrated circuit being measured.  $C_I$  and  $C_O$  may be included in the input driving network and output loading network if appropriate.

The input impedance of the oscilloscope shall be high compared to the input and output impedances of the integrated circuit being measured, or shall be included in the input driving and output loading networks. An equivalent time measuring instrument may be used in place of the oscilloscope.

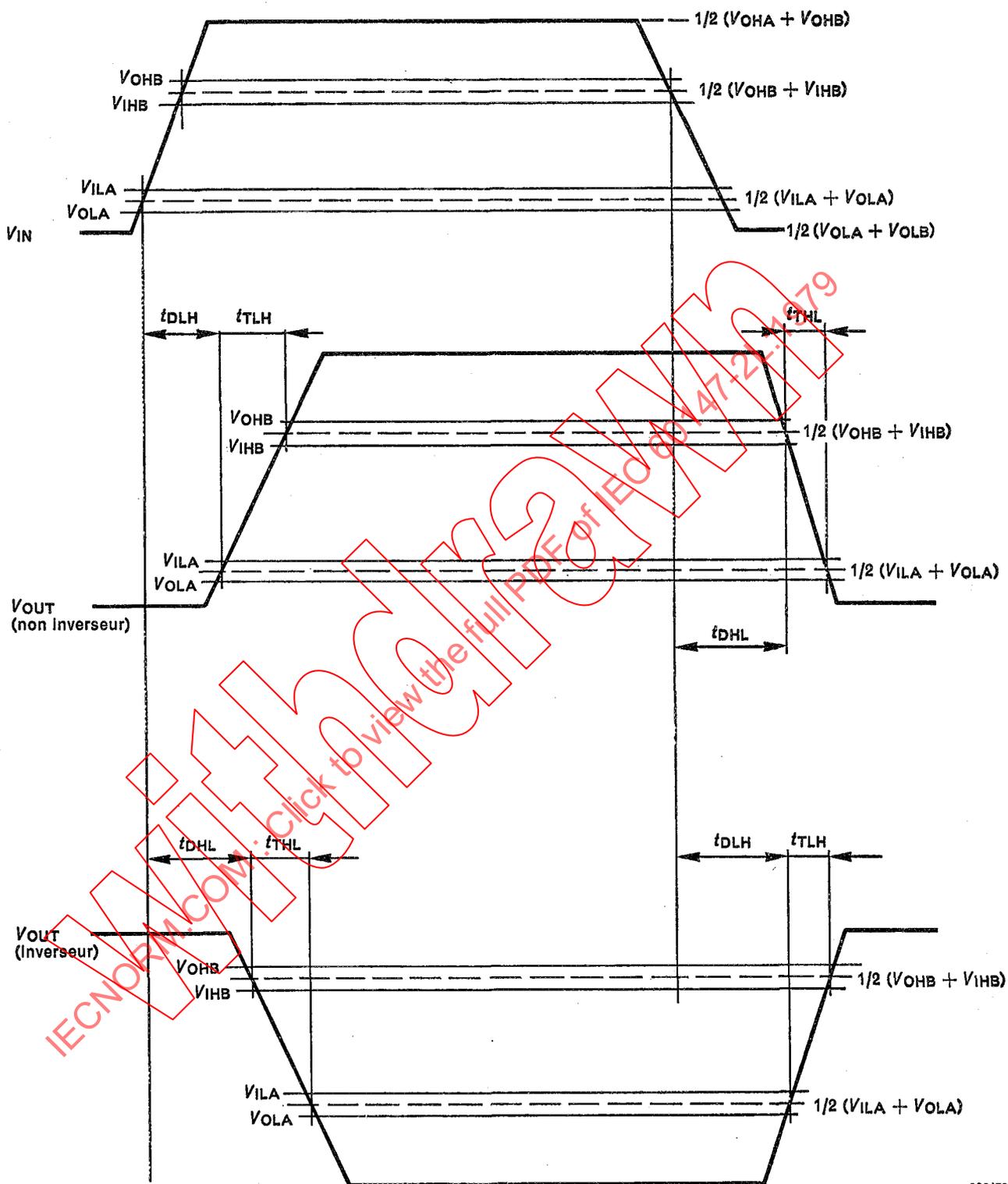
There shall be no significant differential delay in the oscilloscope.

### *Measurement procedure*

The delay and transition times are measured from the waveforms displayed on the oscilloscope, as shown for example in Figure 16, page 51.

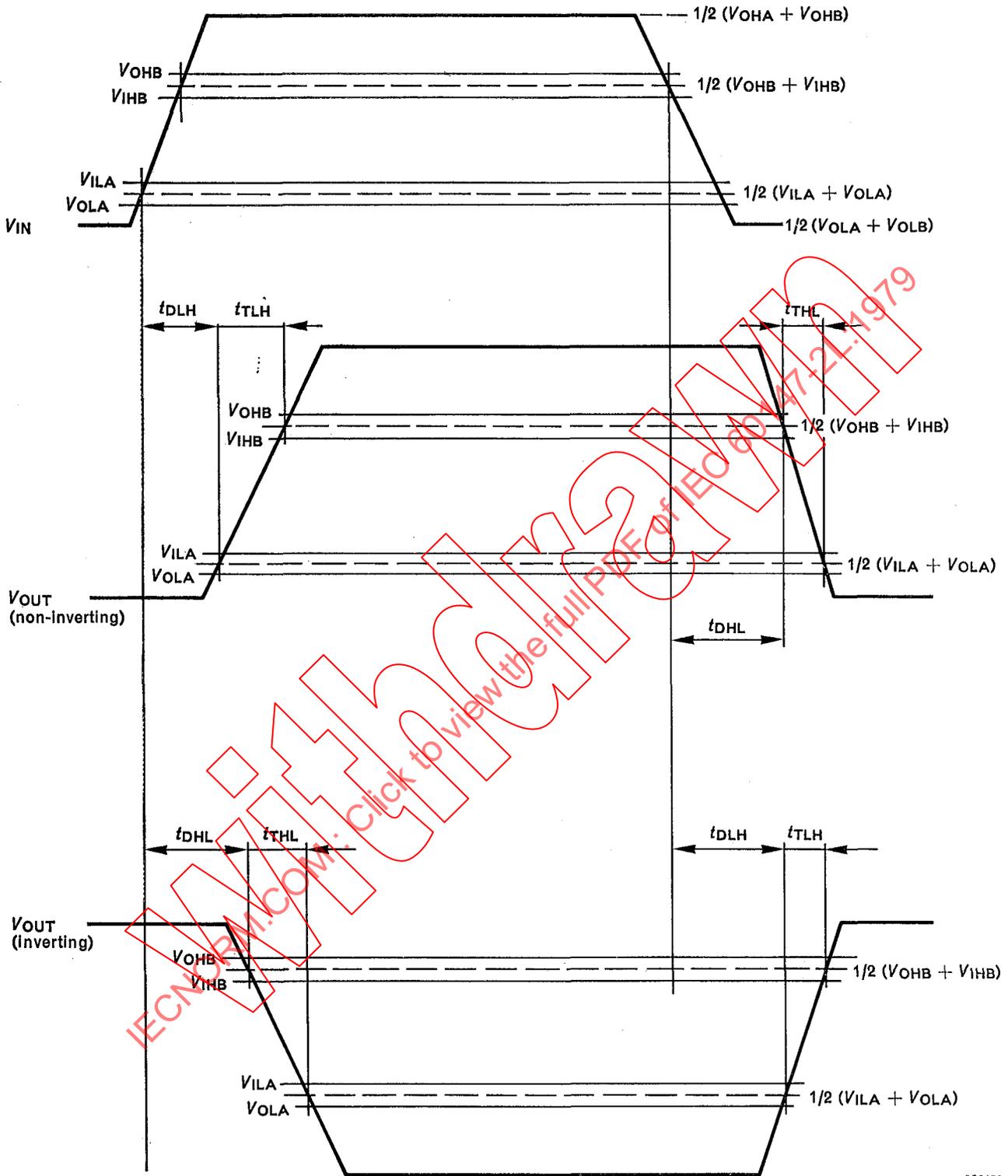
### *Specified conditions*

- Ambient or reference-point temperature.
- Supply voltage(s).
- Configuration and component values of the input driving network and of the output loading network.
- Input pulse conditions:
  - values of HIGH and LOW voltage levels (see Figure 16, page 51);
  - width;
  - rise time;
  - fall time;
  - repetition frequency.
- Conditions at other terminals.
- Capacitances  $C_I$  and  $C_O$ .



080/79

FIG. 16. — Formes d'onde.



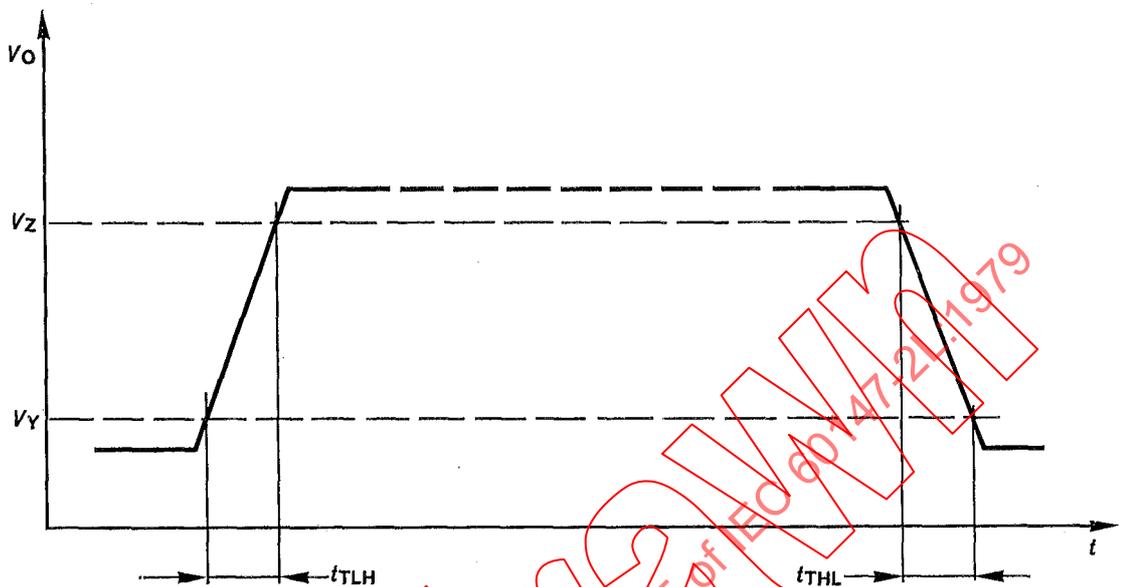
080/79

FIG. 16. — Waveforms.

### 4.2.2 Circuits MOS

La méthode décrite dans le paragraphe 4.1.2 s'applique pour la mesure des temps de transition des circuits intégrés MOS, avec les modifications suivantes:

#### Formes d'onde



081/79

FIGURE 17

#### Conditions spécifiées

Remplacer la dernière condition spécifiée: « — Valeur de la tension  $V_X$  » par: « — Valeurs des tensions de sortie  $V_Y$  et  $V_Z$  ».

### 4.3 Temps d'établissement et de maintien

8, 9

#### But

Mesurer le temps d'établissement minimal et le temps de maintien minimal d'une entrée préparatoire par rapport à une entrée de déclenchement d'un circuit séquentiel, nécessaires pour assurer correctement la commutation.

*Note.* — Un circuit séquentiel commute dans une configuration de sortie différente lorsque le signal approprié appliqué à l'(aux) entrée(s) préparatoire(s) coïncide avec un niveau et/ou une transition spécifiés appliqués à une entrée de déclenchement. Il n'y a pas de commutation lorsque la durée de la coïncidence est inférieure à une valeur qui est caractéristique du circuit intégré en mesure.

#### Description et exigences du circuit

Le (les) générateur(s) d'impulsions doit (doivent) fournir deux impulsions de sortie qui sont synchronisées et dont les phases sont ajustables l'une par rapport à l'autre.

Pour certaines classes de circuits séquentiels (tels ceux de type D), l'impulsion retardée doit avoir une fréquence de répétition égale à la moitié de celle de l'impulsion de référence. Cela sera spécifié dans la spécification particulière; ou alors, les deux impulsions doivent avoir la même fréquence de répétition.

Les réseaux de commande et de charge doivent être connectés selon ce qui est spécifié.

Les entrées non utilisées doivent être connectées comme spécifié.

#### 4.2.2 MOS circuits

The method described in Sub-clause 4.1.2 applies for the measurement of transition times of MOS integrated circuits, with the following amendments:

##### Waveforms

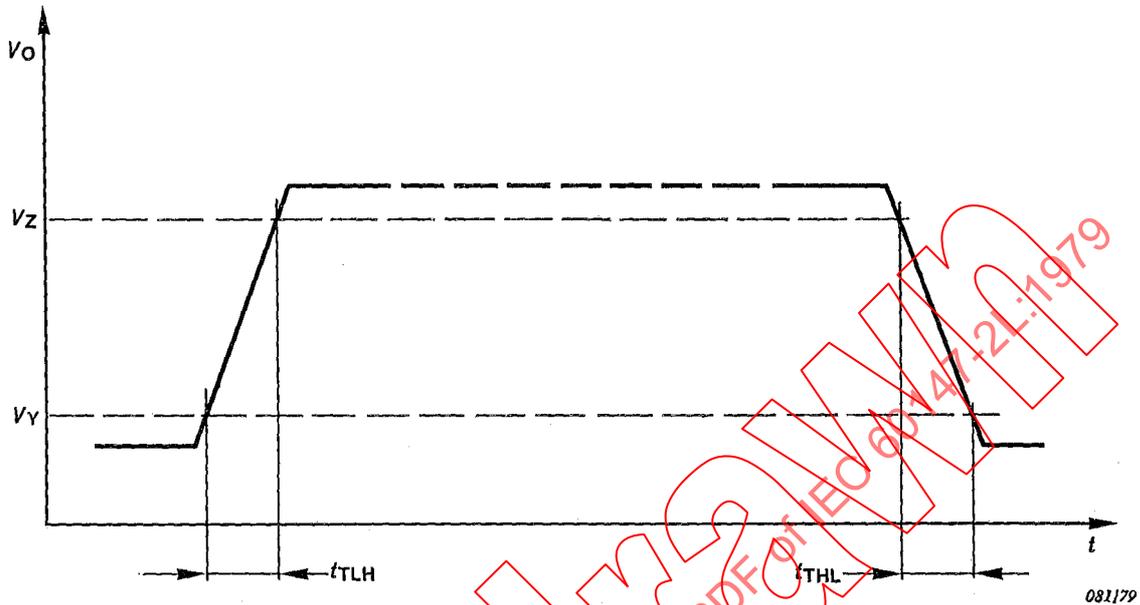


FIGURE 17

##### Specified conditions

The last specified condition: “— Value of voltage  $V_x$ ” is to be replaced by: “— Values of output voltages  $V_Y$  and  $V_Z$ ”.

#### 4.3 Set-up and hold times

8, 9

##### Purpose

To measure the minimum set-up time and minimum hold time of the preparatory input, relative to a trigger input of a sequential circuit, necessary to produce correct switching.

*Note.* — A sequential circuit will switch into a different output configuration when the appropriate signal applied to the preparatory input(s) coincides with a specified level and/or transition applied to the trigger input. Failure to switch occurs when the duration of coincidence is less than a value which is characteristic for the integrated circuit being measured.

##### Circuit description and requirements

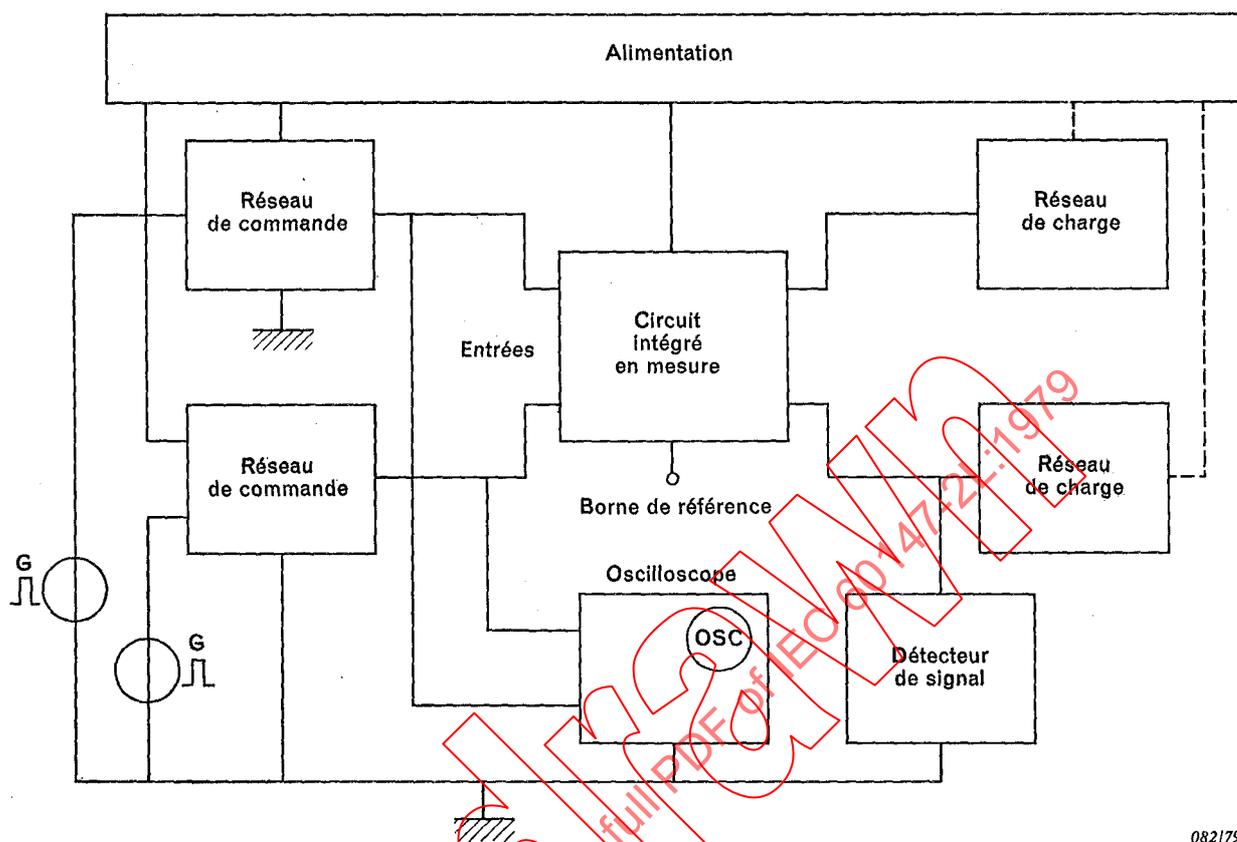
The pulse generator(s) shall provide two output pulses that are synchronized but adjustable in phase relative to each other.

For certain classes of sequential circuit (e.g. D-type), the delayed pulse shall have a repetition frequency half that of the reference pulse. This will be specified in the detail specification; otherwise, both pulses must have the same repetition frequency.

Driving and loading networks must be connected when and as specified.

Unused inputs must be connected as specified.

Schéma



082179

FIGURE 18

Les impédances d'entrée de l'oscilloscope et du détecteur de signal doivent être élevées en comparaison des impédances aux points de mesure à l'entrée et à la sortie. Un appareil de mesure de temps équivalent peut être utilisé à la place de l'oscilloscope. L'instrument utilisé ne doit introduire aucun retard différentiel appréciable.

Le détecteur de signal doit comprendre soit un oscilloscope soit un instrument pouvant indiquer si la sortie mesurée du circuit séquentiel commute entre ses deux configurations. Il doit pouvoir aussi indiquer que le signal de sortie satisfait aux limites pour  $V_{OHB}$  et  $V_{OLA}$  entre chaque transition.

L'oscilloscope et le détecteur de signal doivent être synchronisés par l'une des impulsions d'entrée, généralement l'impulsion de déclenchement.

*Précautions à prendre*

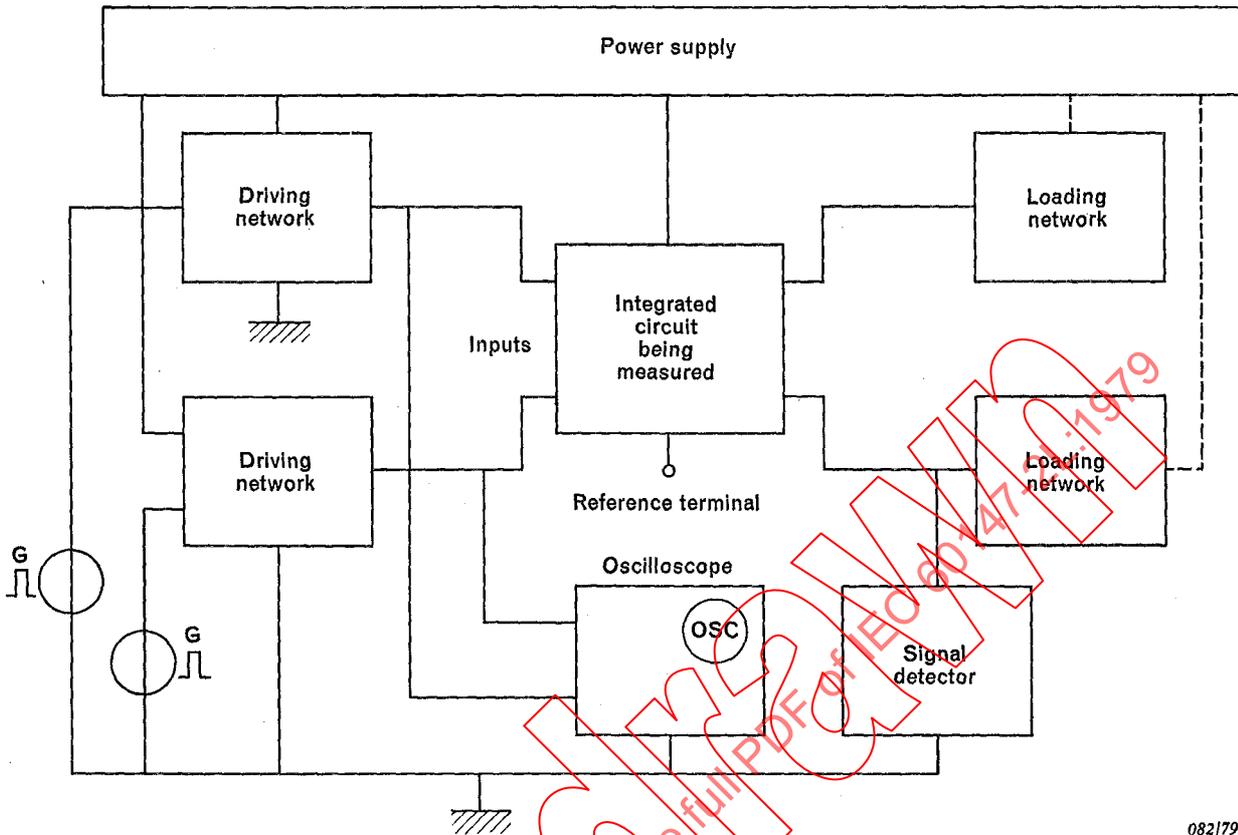
L'utilisation d'un signal d'entrée ayant un facteur de forme de 50% doit être évitée car, pour cette condition et pour certaines classes de circuits séquentiels ayant un temps d'établissement ou de maintien insuffisant, il peut résulter, non une cessation de commutation, mais seulement un changement de phase du signal de sortie.

*Exécution*

Connecter le circuit intégré au circuit en mesure et régler les tensions d'alimentation et d'entrée aux valeurs spécifiées.

Régler la température à la valeur spécifiée et la vérifier immédiatement avant et après la mesure.

*Circuit diagram*



082/79

FIGURE 18

The input impedances of the oscilloscope and of the signal detector must be high compared with the impedances at the input and output measuring points. An equivalent time measuring instrument may be used in place of the oscilloscope. The instrument used should not introduce a significant difference in delays.

The signal detector must include either an oscilloscope or other instrument that can indicate whether the measured output of the sequential circuit switches between its two configurations. It must also be able to indicate that the output signal satisfies the limits for  $V_{OHB}$  or  $V_{OLA}$  between each transition.

The oscilloscope and signal detector should be synchronized from one of the input pulses, usually the triggering pulse.

*Precautions to be observed*

The use of an input signal having a 50% duty cycle should be avoided since, for this condition and for certain classes of sequential circuits, insufficient set-up or hold times may not result in a cessation of switching, but only in a change of phase of the output signal.

*Measurement procedure*

The integrated circuit is connected in the measuring circuit and the supply and input voltages are set to the specified values.

The temperature is set to the specified value and checked immediately before and after the measurement.