

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 147-3A

Première édition — First edition

1973

Premier complément à la Publication 147-3 (1970)

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

Troisième partie: Méthodes de mesure de référence

First supplement to Publication 147-3 (1970)

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

Part 3: Reference methods of measurement



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

Terminologie utilisée dans la présente publication

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

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

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

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the contents reflect 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**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

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

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 147-3A

Première édition — First edition

1973

Premier complément à la Publication 147-3 (1970)

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

Troisième partie: Méthodes de mesure de référence

First supplement to Publication 147-3 (1970)

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

Part 3: Reference methods of 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
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
CHAPITRE II: TRANSISTORS	
4. Tension de saturation collecteur-émetteur V_{CEsat}	8
4.2 Méthode par impulsions	8
7. Valeur statique du rapport de transfert direct du courant en montage émetteur commun h_{21E}	12
7.1 Méthode en courant continu	12
8. Rapport de transfert direct du courant en petits signaux et en montage émetteur commun h_{21e} en basse fréquence.	16

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60173A:1973

Withdram

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

Clause

CHAPTER II: TRANSISTORS

4. Collector-emitter saturation voltage V_{CEsat}	9
4.2 Pulse method	9
7. Static value of common-emitter forward current transfer ratio h_{21E}	13
7.1 D.C. method	13
8. Small-signal common-emitter forward current transfer ratio h_{21e} at low frequencies	17

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60747-3A:1973

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PREMIER COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 147-3 (1970)
VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES DISPOSITIFS
À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX DES MÉTHODES DE MESURE

Troisième partie: Méthodes de mesure de référence

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 Comité d'Etudes N° 47 de la CEI: Dispositifs à semi-conducteurs et circuits intégrés.

Elle constitue la troisième partie d'une recommandation générale sur les valeurs limites et les caractéristiques essentielles des dispositifs à semi-conducteurs et principes généraux des méthodes de mesure.

La première partie, traitant des valeurs limites et caractéristiques essentielles, a fait l'objet de la Publication 147-1 de la CEI. La deuxième partie, traitant des principes généraux des méthodes de mesure, a fait l'objet de la Publication 147-2 de la CEI.

Trois projets ont été utilisés pour la présente publication.

Le paragraphe 4.2 résulte des travaux qui ont débuté à Zurich en 1966. Un projet, document 47(Bureau Central)204, a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en septembre 1968.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de ce projet:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 147-3 (1970)
ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES
AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS

Part 3: Reference methods of measurement

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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

It constitutes Part 3 of the recommendation on Essential Ratings and Characteristics of Semiconductor Devices and General Principles of Measuring Methods.

Part 1, Essential Ratings and Characteristics, is issued as IEC Publication 147-1; Part 2, General Principles of Measuring Methods, is issued as IEC Publication 147-2.

Three drafts were used for this publication.

Sub-clause 4.2 results from the work started in Zürich in 1966. A draft, document 47(Central Office)204, was submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1968.

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

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

Le paragraphe 7.1 et l'article 8 résultent de travaux qui ont débuté à Padoue en 1967. Deux projets, documents 47(Bureau Central)263 et 264, ont été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en juillet 1969.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du paragraphe 7.1:

Afrique du Sud	Italie
Australie	Japon
Belgique	Pays-Bas
Canada	Pologne
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie

Le Comité National de l'Union des Républiques Socialistes Soviétiques a voté contre la publication de ce paragraphe.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de l'article 8:

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	

Le Comité National Italien a voté contre la publication de cet article.

Sub-clause 7.1 and Clause 8 result from the work started in Padua in 1967. Two drafts, documents 47(Central Office)263 and 264, were submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Sub-clause 7.1:

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Poland
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

The Union of Soviet Socialist Republics National Committee voted against the publication of this sub-clause.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Clause 8:

Australia	Netherlands
Belgium	Poland
Canada	South Africa
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Japan	United States of America

The Italian National Committee voted against the publication of this clause.

- 3) *Le transistor T_1* est un transistor découpeur. On doit s'assurer que la valeur de V_C est inférieure à V_{BE} , V_{BE} étant la tension base-émetteur minimale du transistor à mesurer pour un courant collecteur égal à 1% de la valeur de référence utilisée pour la mesure. La valeur de I_{CBO} du transistor T_1 doit être inférieure à 0,01 fois la valeur de I_B nécessitée par le transistor à mesurer.
- 4) *Générateur d'impulsions*: la durée et le facteur d'utilisation des impulsions utilisées pour commander le transistor T_1 doivent être suffisamment faibles pour qu'aucune dissipation de puissance appréciable ne se produise dans le transistor à mesurer. Un facteur d'utilisation de l'ordre de 0,01 et des largeurs d'impulsions comprises entre 10 et 500 microsecondes sont couramment utilisés (voir aussi précaution 1).

La valeur de l'amplitude de l'impulsion de tension V_P combinée avec la valeur de la résistance limitative R_B doit être suffisamment grande pour bloquer le transistor T_1 .

- 5) *Oscilloscope*: un oscilloscope, étalonné au moyen d'une tension de référence, devra être connecté directement aux extrémités des sorties du transistor.

On peut obtenir une grande précision en utilisant une tension de référence en combinaison avec un oscilloscope qui incorpore un amplificateur différentiel ayant une tension de décalage élevée.

- 6) *Diodes de tension de référence D_1 et D_2* : la diode de tension de référence D_1 est utilisée comme protection contre un claquage collecteur-émetteur du transistor T_1 . La diode de tension de référence D_2 est utilisée comme protection contre le claquage collecteur-émetteur du transistor à mesurer, et contre la saturation de l'amplificateur de l'oscilloscope. La tension appliquée à la diode D_2 doit être choisie de manière à être plus basse que la plus faible de ces deux limitations, et cette diode doit pouvoir être traversée par le courant collecteur I_C utilisé pour la mesure quand ce courant a la valeur de référence.

Les diodes D_1 et D_2 doivent présenter des courants inverses au moins 100 fois plus petits que les valeurs de I_B et de I_C respectivement.

Note. — Les diodes D_1 et D_2 peuvent être supprimées pourvu que les générateurs de courant présentent des caractéristiques de limitation de tension convenables.

Exécution

- 1) L'interrupteur S_1 étant ouvert, le transistor à mesurer étant hors circuit et les bornes émetteur et base étant réunies, l'alimentation de courant I_1 est réglée afin d'obtenir une lecture de A_1 égale à la valeur de référence pour I_B .
- 2) L'interrupteur S_2 étant ouvert, le transistor à mesurer étant hors circuit et les bornes émetteur et collecteur étant réunies, l'alimentation de courant I_2 est réglée afin d'obtenir une lecture de A_2 égale à la valeur de référence pour I_C .
- 3) Le transistor à mesurer étant en circuit et les interrupteurs S_1 et S_2 étant fermés, la forme d'onde est celle de la figure 2, page 12. La valeur de la tension constante de la partie plate de l'onde pendant la période de passage du courant est V_{CEsat} .

- 3) *Transistor T₁* is a chopper transistor. It must be ensured that the value of V_C is less than V_{BE} , where V_{BE} is the minimum base-emitter voltage of the transistor being measured at a collector current equal to 1% of the reference value used for the measurement. The value of I_{CBO} of the transistor T_1 should be less than 0.01 of the value of I_B required by the transistor being measured.
- 4) *Pulse generator*: the duration and duty cycle of the pulse waveform used to drive the transistor T_1 should be so small that no significant heat dissipation occurs in the transistor being measured. Pulse duty cycles of about 0.01 and pulse widths between 10 and 500 microseconds are usually used (see also precaution 1).

The value of the pulse voltage amplitude V_P should be chosen in combination with the limiting resistor R_B to be large enough to switch off the transistor T_1 .

- 5) *Oscilloscope*: an oscilloscope, calibrated by means of a reference voltage, should be connected directly at the ends of the transistor terminals.
A high degree of accuracy can be achieved by using a reference voltage in combination with an oscilloscope which incorporates a differential amplifier having a high offset voltage.
- 6) *Voltage reference diodes, D₁ and D₂*: voltage reference diode D_1 is used to protect against collector-emitter breakdown of the transistor T_1 . Voltage reference diode D_2 is used to protect against collector-emitter breakdown of the transistor being measured, and against overdriving of the oscilloscope amplifier. The working voltage of diode D_2 should be less than the lower of these two limitations and this diode must be capable of carrying the reference value of collector current I_C used in the measurement.

Diodes D_1 and D_2 should have reverse currents at least 100 times smaller than the reference values of I_B and I_C respectively.

Note. — Diodes D_1 and D_2 may be omitted provided the current generators have suitable voltage limiting characteristics.

Measurement procedure

- 1) With the switch S_1 opened and the transistor being measured out of the circuit, and with a shorting link between emitter and base terminals, the current supply I_1 is adjusted until the reading of A_1 is equal to the reference value of I_B .
- 2) With switch S_2 opened and the transistor being measured out of the circuit, and with a shorting link between emitter and collector terminals, the current supply I_2 is adjusted until the reading of A_2 is equal to the reference value of I_C .
- 3) With the transistor being measured in the circuit and with the switches S_1 and S_2 closed, the waveform is as shown in Figure 2, page 13. The value of the steady voltage of the flat part of the waveform in the "ON" period is V_{CEsat} .

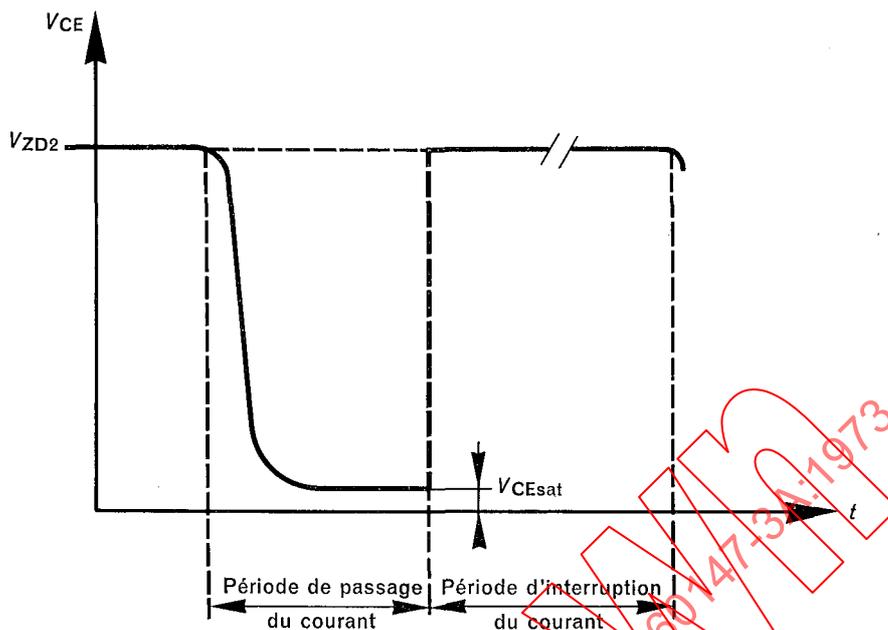


FIGURE 2

Précautions à prendre

- 1) La durée et le facteur d'utilisation de l'impulsion utilisée pour commander le transistor T_1 devront être choisis de telle sorte qu'aucune différence ne soit constatée dans la valeur mesurée pour V_{CEsat} :
 - a) quand le facteur d'utilisation est doublé;
 - b) quand la durée d'impulsion est doublée et que la fréquence de répétition de l'impulsion est diminuée de moitié (c'est-à-dire quand le facteur d'utilisation est maintenu constant).
- 2) On devra veiller spécialement à maintenir à une faible valeur les inductances des conducteurs d'alimentation.
- 3) La précision donnée ci-dessous ne peut être atteinte que si le transistor fonctionne correctement en régime de saturation. En cas de doute, on peut faire l'essai suivant: augmenter la valeur de I_B de 10%, en maintenant I_C constant; la valeur mesurée de V_{CEsat} ne doit alors pas changer de plus de 10%.
- 4) On doit contrôler les conditions de la température de référence comme il est indiqué dans la Publication 147-3.

Précision

Si les exigences du circuit sont réalisées et les précautions observées, une précision de $\pm 10\%$ doit être obtenue.

Page 28

7. Valeur statique du rapport de transfert direct du courant en montage émetteur commun h_{21E}

7.1 Méthode en courant continu

But

Cette méthode de mesure donne la valeur statique du rapport de transfert direct du courant en émetteur commun, h_{21E} , pour des valeurs spécifiées du courant continu de collecteur et de la tension collecteur-émetteur, à une température de fonctionnement spécifiée.

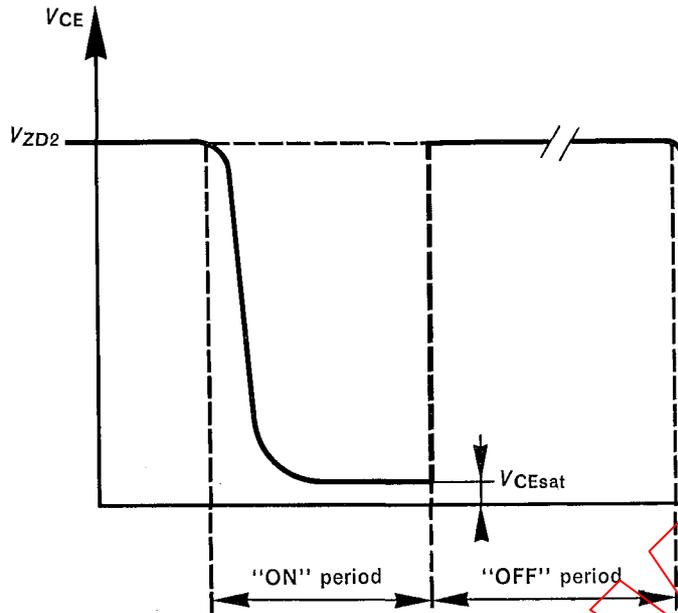


FIGURE 2

Precautions to be observed

- 1) The duration and duty cycle of the pulse waveform used to drive the transistor T_1 should be chosen such that no difference in the measured value of V_{CEsat} occurs:
 - a) when the duty cycle is doubled;
 - b) when the pulse duration is doubled and the pulse repetition frequency halved (i.e. the duty cycle is held constant).
- 2) Special care should be taken to keep the inductances of supply leads small.
- 3) The accuracy given below can only be achieved if the transistor is operated well in saturation. In case of doubt, a check may be made by increasing the value of I_B by 10%, holding I_C constant. The measured value of V_{CEsat} should then not change by more than 10%.
- 4) The reference temperature conditions should be controlled as described in Publication 147-3.

Accuracy

Provided the circuit requirements are fulfilled and the precautions observed, an accuracy of $\pm 10\%$ should be achieved.

Page 29

7. Static value of common-emitter forward current transfer ratio h_{21E}

7.1 D.C. method

Purpose

This measurement method gives the static value of common-emitter forward current transfer ratio, h_{21E} , for specified values of continuous collector current and collector-emitter voltage, at a specified operating temperature.

Schéma du circuit

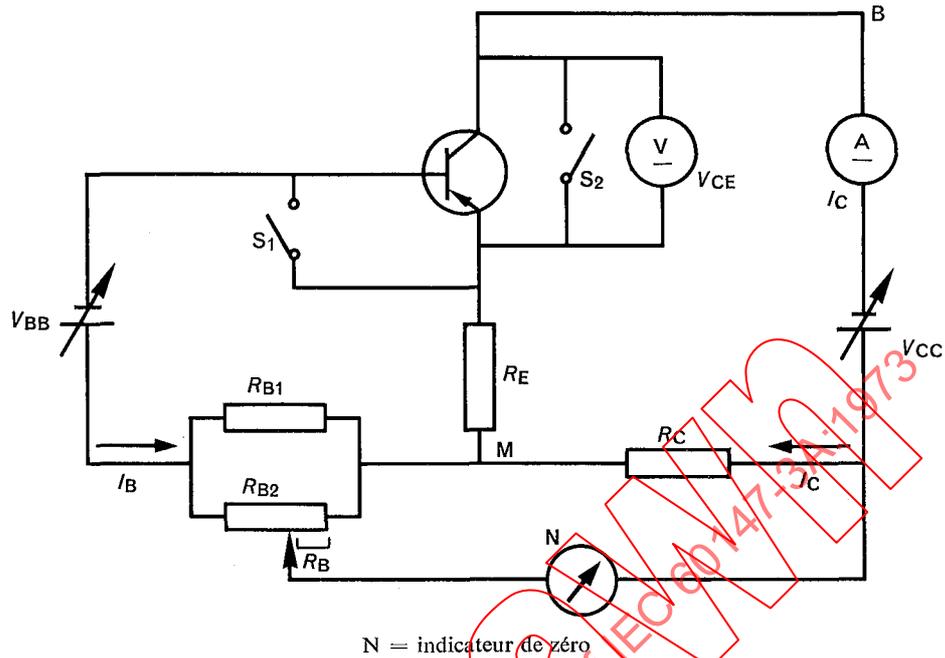


FIGURE 3

Description et exigences du circuit

Le principe de cette mesure est d'obtenir une lecture nulle à l'indicateur de zéro. Dans ces conditions:

$$a \cdot I_B \cdot R_B = I_C R_C,$$

où a est une fraction connue dépendant de la valeur de R_{B1} , et R_B est la valeur de la résistance située entre le point de contact du curseur sur R_{B2} et le nœud de circuit M.

La valeur de R_{B1} doit être choisie d'après la valeur spécifiée de I_C , et est normalement telle que la valeur du facteur a soit dans la série $1, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}$, etc. De cette manière, on peut éviter des valeurs très faibles de R_C (pour des valeurs élevées de I_C).

R_C est une résistance étalon connue, R_{B1} et R_{B2} sont des résistances étalonnées. Les valeurs de R_E et de R_C doivent être choisies proportionnellement à la valeur spécifiée de I_C et à celle de V_{CC} . La valeur effective de R_{B1} et de R_{B2} en parallèle doit être telle qu'avec la valeur choisie de V_{BB} une valeur suffisamment grande de I_B soit obtenue quand on mesure un transistor présentant la plus petite valeur de h_{21E} à laquelle on peut s'attendre.

La précision des valeurs de R_B, R_C, R_{B1} et R_{B2} doit être de $\pm 0,5\%$.

V_{BB} et V_{CC} sont les valeurs choisies des tensions des sources à tension constante ajustables.

V_{CE} est un voltmètre présentant une grande impédance d'entrée, par exemple un voltmètre électronique digital. Son erreur maximale, ainsi que celle de l'ampèremètre A, ne doit pas dépasser $\pm 1\%$.

Exécution

- 1) Les conditions de température sont fixées à leur valeur spécifiée, en accord avec la Section Deux du chapitre I de la Publication 147-3.

Circuit diagram

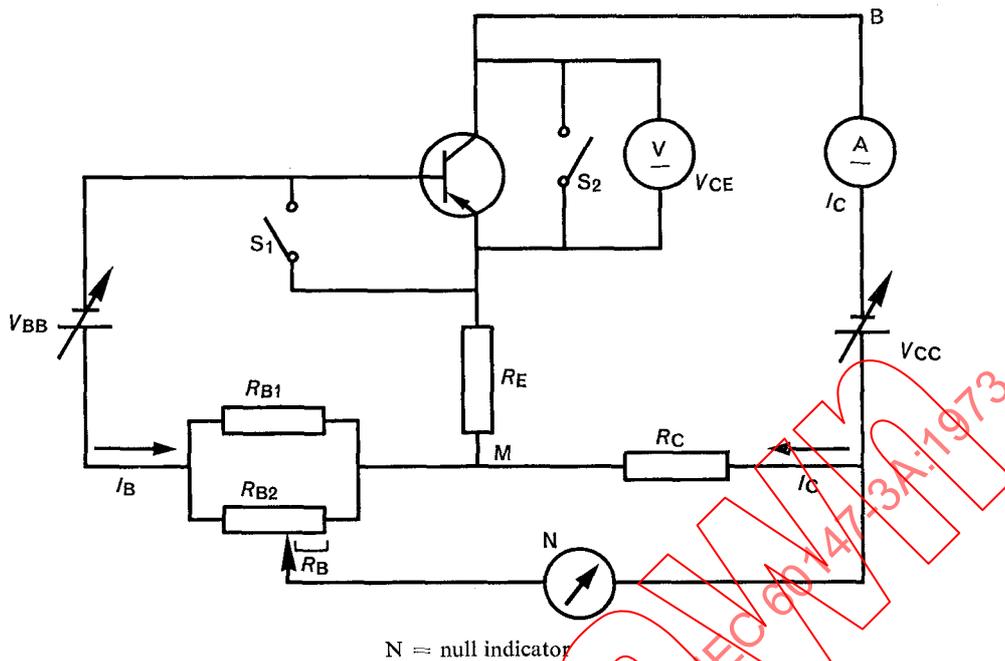


FIGURE 3

Circuit description and requirements

The principle of this measurement is to obtain a null on the null indicator. Under this condition:

$$a \cdot I_B \cdot R_B = I_C R_C,$$

where a is a known fraction dependent on the value of R_{B1} , and R_B is the value of the resistance which appears between the tap on R_{B2} and the circuit node M.

The value of R_{B1} should be chosen in accordance with the specified value of I_C , and is normally such that the factor a takes a value in the series $1, \frac{1}{10}, \frac{1}{100}$, etc. By this means, very low values of R_C (for high values of I_C) can be avoided.

R_C is a known standard resistor, and R_{B1} and R_{B2} are calibrated resistors. The values of R_E and R_C should be chosen commensurate with the specified values of I_C and the value of V_{CC} . The effective value of R_{B1} and R_{B2} in parallel must be such that, in conjunction with the chosen value of V_{BB} , an adequately large value of I_B is obtained when a transistor having the lowest expected value of h_{21E} is being measured.

The values of R_B, R_C, R_{B1} and R_{B2} should be accurate to $\pm 0.5\%$.

V_{BB} and V_{CC} are the chosen values of the adjustable constant voltage sources.

V_{CE} is a voltmeter having high input resistance, e.g. an electronic digital voltmeter. Its maximum error, and that of the ammeter A, should not exceed $\pm 1\%$.

Measurement procedure

- 1) The temperature conditions are set to the specified values in accordance with Section Two, Chapter I, of Publication 147-3.

- 2) Les interrupteurs S_1 et S_2 étant fermés, et sans transistor dans le circuit, la valeur de V_{BB} est réglée à une faible valeur (en général zéro). On règle la valeur de V_{CC} jusqu'à ce que l'on obtienne la valeur spécifiée de I_C .
- 3) Le transistor à mesurer est inséré dans le circuit; l'interrupteur S_1 est ouvert, puis l'interrupteur S_2 .
- 4) On augmente la valeur de V_{BB} jusqu'à ce que l'on obtienne de nouveau la valeur spécifiée de I_C . On règle alors la valeur de V_{CC} et aussi, si nécessaire, celle de V_{BB} jusqu'à ce que les valeurs spécifiées de I_C et de V_{CE} soient obtenues simultanément.
- 5) On déplace alors le curseur sur R_{B2} jusqu'à ce que l'on obtienne un zéro à l'indicateur de zéro.
- 6) La valeur de h_{21E} est alors donnée par:

$$h_{21E} = a \cdot \frac{R_B}{R_C}$$

$$\text{où: } a = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}}$$

Précautions à prendre

On doit attendre que l'équilibre thermique soit réalisé avant d'effectuer les lectures.

Les conditions électriques de mesure spécifiées peuvent ne pas être obtenues si le transistor a une valeur de h_{21E} inférieure à la valeur minimale spécifiée. C'est pourquoi on conseille de s'assurer que les valeurs employées pour R_B et la tension d'alimentation maximale disponible $V_{CC(max)}$ sont telles que la valeur limite de dissipation maximale pour le type de transistor ne peut pas être dépassée quelles que soient les circonstances.

Si c'est nécessaire, le circuit peut être modifié en connectant une diode limitative en série avec une source de tension additionnelle constante ayant une valeur inférieure à $V_{CC(max)}$ entre B et le nœud de circuit M. Pour réduire les erreurs, la diode limitative doit présenter une valeur très faible de courant inverse et doit être de préférence du type planar au silicium.

Si on utilise des valeurs élevées pour le courant collecteur spécifié I_C (par exemple supérieures à 1 ampère), des contacts séparés pour amener le courant et appliquer la tension au transistor devront être prévus.

Précision

Si les exigences du circuit sont réalisées et les précautions observées, une précision de $\pm 5\%$ doit être obtenue.

Page 28

8. Rapport de transfert direct du courant en petits signaux et en montage émetteur commun h_{21e} en basse fréquence

But

Cette méthode donne la valeur du rapport de transfert direct du courant en petits signaux en montage émetteur commun, pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur, pour une fréquence basse et une température de fonctionnement spécifiées.

- 2) With switches S_1 and S_2 closed, and no transistor in the circuit, the value of V_{BB} is set to a low value (usually zero). The value of V_{CC} is adjusted until the specified value of I_C is obtained.
- 3) The transistor being measured is inserted in the circuit, and switches S_1 followed by S_2 are opened.
- 4) V_{BB} is increased in value until the specified value of I_C is again obtained. The value of V_{CC} , and if necessary also of V_{BB} , is then adjusted until the specified values of I_C and V_{CE} are obtained simultaneously.
- 5) The slider on R_{B2} is then adjusted until a null is obtained on the null indicator.
- 6) The value of h_{21E} is then given by:

$$h_{21E} = a \cdot \frac{R_B}{R_C}$$

where: $a = \frac{R_{B1}}{R_{B1} + R_{B2}}$

Precautions to be observed

Thermal equilibrium must be reached before readings are taken.

The specified electrical conditions of measurement may not be obtained if the transistor used has a value of h_{21E} below the specified minimum value. It is therefore advisable to ensure that the values used for R_B and the maximum available supply voltage $V_{CC(max)}$ are such that the maximum dissipation rating for the transistor type cannot be exceeded under any circumstance.

If necessary, the circuit can be modified by connecting a catching diode in series with a suitable additional constant voltage supply having a value lower than $V_{CC(max)}$ between B and node M. To reduce errors, the catching diode should have a very low value of reverse current, and should be preferably a silicon planar type.

If high values are used for the specified collector current I_C (e.g. larger than 1 ampere), separate voltage and current terminal contacts to the transistor should be provided.

Accuracy

Provided the circuit requirements are fulfilled and the precautions observed, an accuracy of $\pm 5\%$ should be achieved.

8. Small-signal common-emitter forward current transfer ratio h_{21e} at low frequencies

Purpose

This method gives the value of the small-signal common-emitter forward current transfer ratio, for specified values of collector current and collector-emitter voltage, at specified values of low frequency and operating temperature.

Schéma du circuit

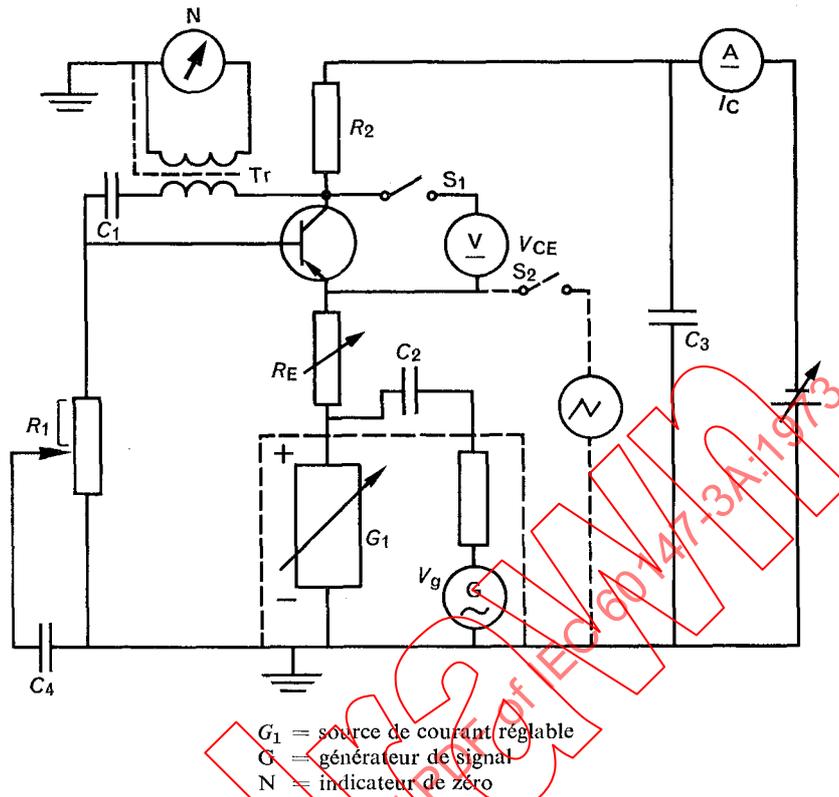


FIGURE 4

Description et exigences du circuit

Le principe de la mesure est d'obtenir le zéro sur l'indicateur de zéro.

Alors:

$$h_{21e} = \frac{R_1}{R_2} - \frac{h_{11e} \cdot h_{22e}}{1 - h_{12e}}$$

Comme la mesure est effectuée à une fréquence basse, le deuxième terme peut être normalement considéré comme négligeable; ainsi:

$$h_{21e} = \frac{R_1}{R_2}$$

La valeur de R_2 doit être faible, et les valeurs des résistances R_1 et R_2 doivent avoir une précision de $\pm 0,5\%$. La gamme de valeurs de R_1 doit correspondre au domaine prévu de valeurs de h_{21e} .

Les réactances de C_2 , de C_3 et de C_4 doivent être petites à la fréquence de mesure.

Les capacités entre collecteur et masse, de même qu'entre base et masse, doivent être suffisamment faibles pour que la précision de la mesure n'en soit pas affectée.

Les particularités du transformateur Tr et du condensateur C_1 n'ont d'importance que pour la sensibilité de la mesure, puisqu'à l'équilibre la tension du signal collecteur-base est nulle.

Le voltmètre V_{CE} est un voltmètre à forte impédance d'entrée, par exemple un voltmètre électronique digital. Sa résistance d'entrée doit être au moins égale à $200 R_2$ ou à $200 V_{CE}/I_C$ (on prendra la valeur la plus élevée). Son erreur maximale, ainsi que celle de l'ampèremètre A , ne doit pas dépasser $\pm 1\%$.