

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 46 (1968)

**Heft:** 3

**Artikel:** Détermination de la tension optimale de maintien de la charge de batteries à électrodes tubulaires

**Autor:** Gerber, Theodor

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875641>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 01.05.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Détermination de la tension optimale de maintien de la charge de batteries à électrodes tubulaires<sup>1</sup>

Theodor GERBER, Berne

621.355.2.004

## Ermittlung der optimalen Ladungserhaltungsspannung von Röhrenbatterien

Zusammenfassung. Die Untersuchungen betreffen stationäre Röhrenbatterien, die seit fünf Jahren unter gleichbleibenden äusseren Bedingungen bei konstanten Zellen-Spannungen von 2,15...2,40 V im Ladungserhaltungsbetrieb stehen. Die optimale Spannung wird unter Berücksichtigung phänomenologischer Kriterien durch Analyse des zeitlichen Verhaltens der Ladungserhaltungsströme ermittelt. Es zeigt sich, dass bei dieser Spannung keine Tiefentladungen nötig sind, um die Kapazität dauernd auf dem Höchstwert zu halten.

Résumé. Les essais concernent des batteries stationnaires à électrodes tubulaires qui ont fonctionné pendant cinq ans sous les mêmes conditions extérieures, en service avec maintien de la charge, avec des tensions d'éléments constantes de 2,15...2,40 V. La tension optimale est déterminée compte tenu de critères phénoménologiques, par analyse du comportement des courants de maintien de la charge. On constate qu'avec cette tension aucune décharge poussée n'est nécessaire pour maintenir la capacité à sa valeur supérieure.

## Determinazione del valore ideale di tensione per il mantenimento della carica nelle batterie a elettrodi tubolari

Riassunto. Le prove concernono batterie stazionarie a elettrodi tubolari che hanno funzionato durante 5 anni in condizioni esterne costanti, in servizio con mantenimento di carica e con tensioni d'elemento costanti di 2,15...2,40 V. Il valore ideale della tensione viene determinato, tenendo conto dei criteri fenomenologici, per analisi del comportamento nel tempo delle correnti di mantenimento della carica. Si accerta che con questa tensione non è necessario procedere alla scarica della batteria per mantenerne costantemente la capacità al suo valore massimo.

## 1. Introduction

Les batteries à électrodes tubulaires (en abrégé: batteries tubulaires) sont des accumulateurs au plomb dont les plaques positives ont la forme de tubes remplis de matière active. L'entreprise des PTT utilise de telles batteries depuis l'année 1957, tout d'abord dans les centraux domestiques, plus tard également dans les centraux officiels et les stations d'amplificateurs.

L'emploi de batteries tubulaires a actualisé la question de la tension optimale de la batterie ou d'un élément lors de l'exploitation en charge flottante, mode d'exploitation utilisé généralement. Cette question s'était déjà posée au sujet des batteries usuelles avec plaques à grande surface sans qu'un résultat final fût établi, malgré les nombreuses recherches faites à ce sujet [1, 2, 3, 4]. La division des recherches et des essais fut alors chargée de compléter, le plus tôt possible et par des analyses systématiques en laboratoire, les expériences faites par les fabriques d'accumulateurs et par les services de l'exploitation. Les recherches ont permis de tirer des conclusions concrètes [5]. Elles se poursuivront et se termineront par la rédaction d'un rapport final.

## 2. Observations sur la terminologie

Les méthodes d'exploitation possibles des batteries des centraux ont été décrites et analysées par E. Müller. Cette étude a paru dans le Bulletin technique des PTT [6].

Si, plus loin, nous parlons de *service avec maintien de la charge, de tension ou de courant de maintien de la charge*, il faut souligner que ces expressions ne sont généralement pas utilisées dans leur sens propre. En effet, elles ne sont justes que dans le cas particulier où il y a un équilibre entre la self-décharge et la faible charge nécessaire au maintien

de la charge. Dans notre cas, il s'agit plutôt d'*exploitation de batterie à tension constante*, ce qui ressort de nos conditions d'essai, où s'effectuent des électrolyses à tensions constantes. Par conséquent, il faudrait utiliser l'expression *tension d'électrolyse* au lieu de tension de maintien de la charge et *courant de maintien de la tension* au lieu de courant de maintien de la charge. Néanmoins, il est préférable d'utiliser les expressions usuelles connues depuis longtemps plutôt que d'introduire de nouvelles expressions, par ailleurs exactes, mais inhabituelles.

## 3. Programme de travail et conditions d'essai

Le résultat des essais sur des batteries tubulaires doit répondre aux questions suivantes:

- Quelle est la valeur optimale de la tension de maintien de la charge?
- Quelles limites de tension peuvent être tolérées?
- Une exploitation avec maintien de la charge (donc sans décharges poussées) a-t-elle des suites défavorables risquant de compromettre son introduction?
- Quelle longévité peut-on obtenir lors d'une exploitation avec maintien de la charge idéale?

Les essais devront, en plus, permettre de comparer le matériel de différentes firmes; pour des motifs évidents, cette question ne peut être traitée ici.

24 batteries tubulaires, pourvues de grilles à alliage d'antimoine, furent mises en service. Chaque batterie a une tension de 6 volts, ce qui donne au total 72 éléments d'une capacité nominale de 20 Ah par élément. En outre, il fut mis en service 6 éléments de 600 Ah chacun, qui, toutefois, ne feront pas l'objet de cet article. Une installation d'essai permanente (fig. 1) permet de réaliser, d'une manière durable, les conditions d'exploitation voulues. Chaque batterie est connectée à une tension constante. Les tensions par élément suivantes furent choisies:

<sup>1</sup> Die deutschsprachige Originalfassung dieses Artikels erschien in den Techn. Mitt. PTT Nr. 5/1957, S. 273...280.

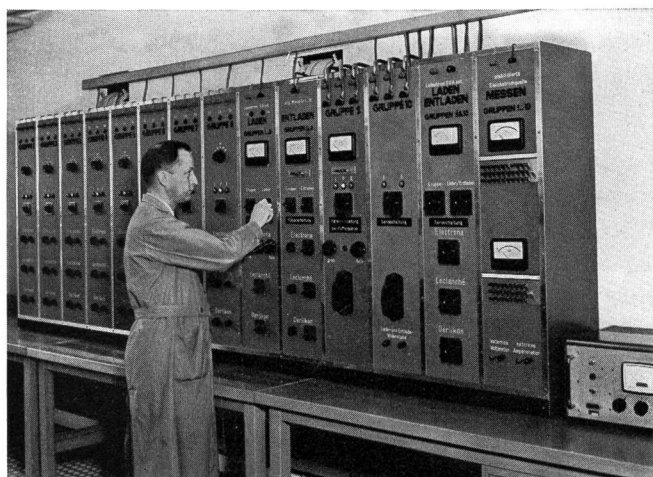


Fig. 1  
Installation d'essai pour étudier l'exploitation des accumulateurs sous tension constante

2,15 V 2,20 V 2,25 V 2,30 V 2,35 V 2,40 V

La température ambiante fut maintenue à 20° C.

La seule intervention dans les conditions d'exploitation fut celle de l'augmentation de la densité de l'électrolyte de 2,20...2,21 g/cm<sup>3</sup> (prescriptions initiales des fabrications d'accumulateurs) à 2,24 g/cm<sup>3</sup> (valeur maximale indiquée dans le cahier des charges des PTT [7]). Heureusement, ce changement put être effectué un an déjà après le début des essais.

Les données suivantes furent périodiquement fixées: courant de maintien de la charge, consommation d'eau, capacité (habituellement une détermination par an), densité, température et teneur en impuretés de l'électrolyte, ainsi que l'augmentation du volume des plaques dans la mesure où cela fut possible depuis l'extérieur. Les éléments qui n'atteignirent que la moitié de leur capacité nominale furent démontés.

Les résultats indiqués dans cette publication sont ceux des essais des premiers 5 ans.

#### 4. Résultats des essais

##### 4.1 Remarque préliminaire

Les résultats énoncés plus loin représentent des valeurs moyennes de batteries de plusieurs firmes. Ils fournissent donc des données générales sur le comportement de batteries du commerce en exploitation avec maintien de la charge. Il ne serait donc pas judicieux d'attribuer ces données sans autre à un certain type de fabrication.

Les causes et l'importance des phénomènes observés ne peuvent être, dans le cadre de cet article, que traités sommairement. Pour de plus amples détails, on consultera les ouvrages publiés à ce sujet.

##### 4.2 Courants de maintien de la charge

La figure 2 montre l'allure des courants de maintien de la charge en fonction de la tension par élément et de l'âge de la batterie. Les courants se rapportent à la valeur de la capacité de 1 Ah, en tenant compte qu'il s'agit ici de la capacité effectivement mesurée et non pas de la capacité nominale.

L'augmentation des courants avec la tension et l'âge de la batterie (due à l'action nocive de l'antimoine [8, 9]) est très reconnaissable à l'allure rapidement croissante du courant représenté. Ce que les courbes ne peuvent montrer, ce sont les variations des courants pendant les six premiers mois: les courants se règlent pour ainsi dire d'eux-mêmes en passant tout d'abord par un minimum pour augmenter ensuite d'une manière permanente. Il est important de noter qu'à une tension par élément de 2,30 V et plus, les courants, pendant les cinq ans de service, ont augmenté de manière particulièrement forte. Le *tableau I* nous renseigne sur les valeurs les plus importantes.

Tableau I. Courants de maintien de la charge

Tension par élément V	Courants de maintien de la charge en mA/Ah après une durée de				
	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
2,15	0,27	0,48	0,72	0,77	—
2,20	0,50	0,70	0,80	0,88	0,95
2,25	1,0	1,5	1,7	1,9	2,0
2,30	2,2	3,5	4,3	5,9	7,9
2,35	4,5	8,1	11	18	65
2,40	9,5	25	80	150	—

Il suffit d'une appréciation sommaire des valeurs des courants pour se convaincre que, pour obtenir un bon rendement d'une batterie, une tension de maintien de la charge de 2,25 V ne devrait pas être sensiblement dépassée.

##### 4.3 Consommation d'eau

La consommation d'eau qui, à cause de l'électrolyse, dépend presque uniquement du courant de maintien de la charge, a pratiquement la même allure que celle représentée à la *figure 2*: à la place de la plus haute valeur de 150 mA/Ah sur l'ordonnée, il faut poser la valeur de 250 cm<sup>3</sup>/Ah de façon qu'on puisse, sur la figure, relever approximativement la consommation annuelle d'eau par élément. Des valeurs plus précises peuvent être lues au *tableau II* (pas de mesure la première année).

Les déductions à faire au sujet des tensions à ne pas dépasser sont les mêmes que celles qui ont été faites au sujet des courants de maintien de la charge.

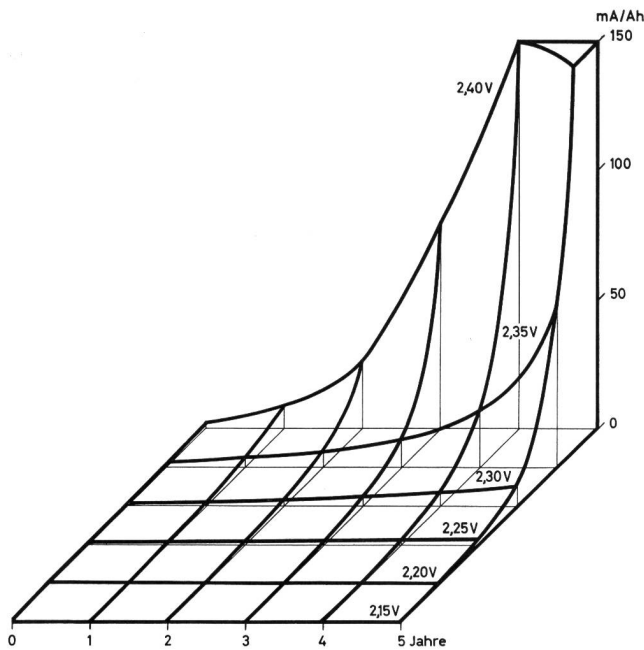


Fig. 2  
Allure des courants de maintien de la charge en fonction des tensions par élément et de l'âge de la batterie  
Jahre = Années

Tableau II. Consommation d'eau

Tension par élément V	Consommation d'eau en cm <sup>3</sup> /Ah par élément et par année			
	2 <sup>e</sup> année	3 <sup>e</sup> année	4 <sup>e</sup> année	5 <sup>e</sup> année
2,15	3	3,5	4,0	—
2,20	4	4	4,5	4,5
2,25	5	5	5,5	6
2,30	8	10	15	20
2,35	15	30	50	140
2,40	50	120	250	—

#### 4.4 Allure de la capacité

Les déterminations annuelles de la capacité furent exécutées au moyen de l'intensité nominale de décharge pour une durée de 10 heures. Les capacités se rapportent à une température de l'électrolyte de 20° C. Comme indiqué à la figure 3, on observe trois cas :

**Tension par élément 2,15 V :** pour la plupart des batteries, les capacités diminuent fortement (courbe pointillée au bas de la figure, première mesure). Dans ces cas, on a répété l'essai de capacité, après avoir exécuté, bien entendu, une charge complète des batteries en question. Les valeurs qui en résultent atteignent, pour les premiers trois ans, plus de 80% de la valeur initiale (courbe pointillée supérieure, 2<sup>e</sup> mesure). La décharge poussée faite lors du

premier essai de capacité produit une « guérison » passagère des batteries. D'autres éléments ne montraient, également à une tension de 2,15 V, aucune perte de capacité (voir 2,15 V entre parenthèses, courbe supérieure en trait plein). On pourrait appeler de telles batteries : « batteries à basse tension ».

**Tension par élément 2,20...2,30 V :** les batteries sont, quant à la capacité, absolument en ordre (courbe supérieure de la figure 3). Le maximum de capacité est vraisemblablement atteint au bout de cinq ans.

**Tension par élément 2,35...2,40 V :** la chute de capacité se manifeste tôt. Les batteries sont devenues inutilisables après quatre à cinq ans de service (courbe tombante en trait plein).

Ces résultats nous montrent indubitablement que les limites de tensions les plus favorables sont 2,20...2,30 V.

#### 4.5 Résistances internes des batteries

Les résistances internes diminuent un peu avec le temps, soit en l'espace de cinq ans, tout au plus de 5% pour une tension par élément de 2,15...2,20 V, de 15% pour une tension de 2,25...2,30 V, de 25% pour une tension de 2,35...2,40 V. Une chute trop rapide est un signe de vieillissement (augmentation de la porosité des plaques négatives, détachement de particules de matière positive, formation complète, etc.).

#### 4.6 Dilatation des plaques

On mesura, à partir de la 4<sup>e</sup> année d'exploitation, le refoulement des bornes positives de connexion. Les résultats pour la 4<sup>e</sup> et la 5<sup>e</sup> année sont les suivants :

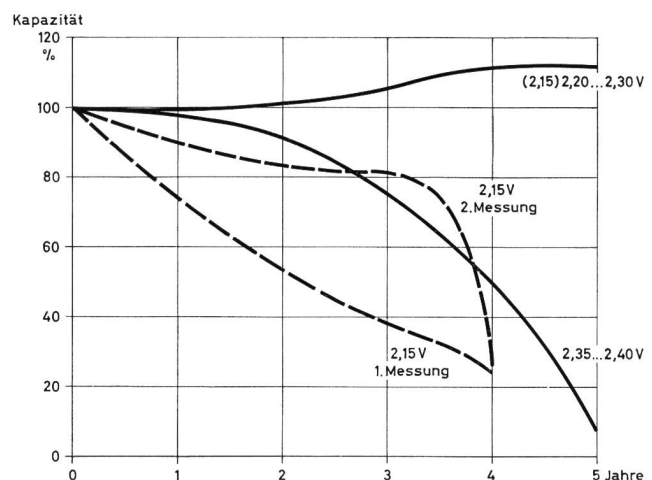


Fig. 3  
Allure de la capacité pour différentes tensions par élément  
Kapazität = Capacité  
Messung = Mesure  
Jahre = Années

pour une tension de 2,15...2,20 V : 0,2...0,4 mm  
 pour une tension de 2,25...2,30 V : 0,5...1,0 mm  
 pour une tension de 2,35...2,40 V : 1,6 mm et davantage.

Pour une tension par élément de 2,25 V, la dilatation des plaques peut être considérée comme modérée.

#### 4.7 Examen de l'électrolyte

Pour ce qui concerne l'électrolyte, seule fut déterminée régulièrement la teneur en acide perchlorique ( $\text{HClO}_4$ ). Cette combinaison est engendrée lorsque l'oxygène provenant de l'électrolyse attaque le chlorure de polyvinyle des tubes et des séparateurs. La *figure 4* montre l'augmentation de l'acide perchlorique en fonction du temps. Cette augmentation est, au-dessus de 2,20 V, tout d'abord assez rapide. L'allure asymptotique des courbes montre qu'avec le temps tout le chlore subit l'oxydation. L'acide perchlorique, comme toute autre impureté, a la propriété d'accélérer le phénomène de corrosion des plaques; il serait éventuellement favorable de changer l'électrolyte des accumulateurs en service sitôt que la teneur en acide perchlorique dépasse une certaine limite.

#### 4.8 Observations faites sur les plaques démontées

On remarque la sulfatation des plaques négatives des batteries exploitées à 2,15 V, dont la capacité, après quatre ans de service, est une fraction de la capacité initiale. A la tension de 2,30 V et davantage, on observe déjà passablement la corrosion du plomb des plaques positives; en outre, les premiers défauts se manifestent aux tubes. A des tensions plus hautes, les destructions pendant la troisième et la quatrième année de service sont si graves que les batteries furent mises hors d'usage. Parallèlement

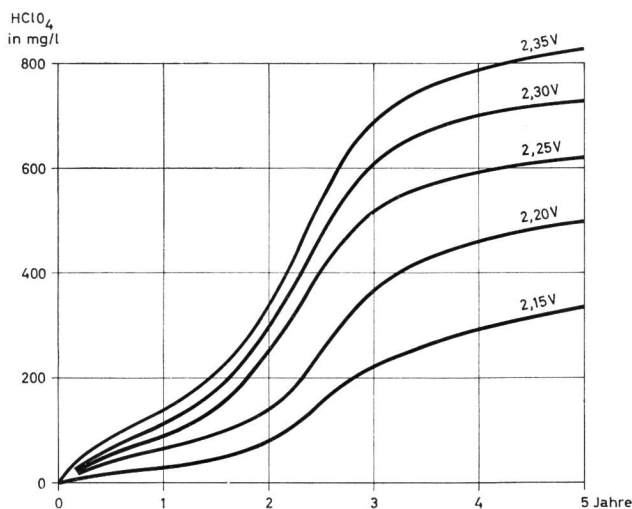


Fig. 4  
 Production d'acide perchlorique en fonction de la tension par élément et de l'âge de la batterie  
 Jahre = Années

aux défauts mécaniques, on constate une augmentation des dépôts de matière active; ces dépôts atteignent une hauteur de 10 à 20 mm.

## 5. Détermination de la tension optimale de maintien de la charge

### 5.1 Critères phénoménologiques

Les résultats des essais, donnés au chapitre 4, nous fournissent en principe les critères qui nous permettent de déterminer la valeur optimale de la tension de maintien de la charge ainsi que ses tolérances admissibles. Le *tableau III* représente ces critères ainsi que les limites des tensions entre lesquelles on n'a pas encore observé de défauts. On en déduit que seules les limites des tensions 2,20...2,25 V entrent en considération. Vu que toutes les batteries d'essai (parmi lesquelles les différents types de fabrication sont représentés) exploitées à 2,20 V ne présentèrent aucun défaut, il apparaît que la tension la plus favorable se rapproche de 2,20 V plutôt que de 2,25 V. Ce résultat est confirmé par la méthode d'investigation décrite ci-après.

Tableau III. Critères phénoménologiques pour la détermination de la tension optimale de maintien de la charge.

Critères	Limites favorables de la tension	
	Minimum	Maximum
Courant de maintien de la charge (article 4.2)	—	2,25 V
Consommation d'eau (article 4.3)	—	2,25 V
Allure de la capacité (article 4.4)	2,20 V	2,30 V
Résistances internes des batteries (article 4.5)	—	2,25 V
Dilatation des plaques (article 4.6)	—	2,25 V
Teneur en acide perchlorique (article 4.7)	—	2,20 V
Etat des plaques (article 4.8)	2,20 V	2,25 V

### 5.2 Remarques préliminaires sur la méthode d'investigation analytique

En fin de compte, une tension de maintien de la charge non optimale se manifeste en une perte de capacité et, par conséquent, en une durée de vie déterminée. Lors des essais correspondants, il est souhaitable d'obtenir des résultats assez tôt, sans qu'il faille attendre la perte totale de la capacité. Il est démontré plus loin que cela est possible par analyse du comportement des courants de maintien de la charge. Cette analyse fournit déjà après un ou deux ans de service des valeurs précises et objectives de la tension optimale de maintien de la charge.

### 5.3 Allure des valeurs relatives des courants de maintien de la charge

La figure 2 montre comment les valeurs absolues des courants de maintien de la charge augmentent d'une façon plus ou moins forte par rapport à l'augmentation de la tension et l'âge de la batterie. Il est intéressant de noter que les *valeurs relatives des courants de maintien de la charge* se comportent autrement. Soit:

$$I_{r,o} = \frac{I_n}{I_0}$$

Les symboles signifient:

$I_{r,o}$  = courant relatif de maintien de la charge (pour une tension par élément déterminée)

$I_n$  = courant de maintien de la charge après  $n$  années, mesuré à une tension par élément déterminée

$I_0$  = valeur initiale du courant de maintien de la charge à l'année 0, c'est-à-dire au commencement des essais, et mesuré à la même tension par élément que  $I_0$ .

Comme le montre clairement la *figure 5*, ces valeurs relatives de courant forment une famille de courbes avec l'âge de la batterie comme paramètre. Ces courbes présentent

des minimums bien prononcés, correspondant à la tension par élément de 2,20 V. En effet, à cette tension, la corrosion des plaques positives ainsi que le dégagement d'antimoine aux plaques négatives s'effectuent le plus lentement. Ainsi qu'il sera démontré plus loin (chiffre 5.5) on en conclut que cette tension minimale est en même temps la tension optimale de maintien de la charge.

Pour calculer les courbes de la figure 5, on n'utilise pas les valeurs du courant initial  $I_0$ , mais bien celles de  $I_{0,5}$ , car les courants de maintien de la charge ne prennent des valeurs normales qu'après six mois de service (voir chiffre 4.2). Il va de soi que le caractère des courbes et la position de leurs valeurs extrêmes ne changent en principe pas si l'on choisit pour ces calculs non pas  $I_0$  en qualité de diviseur (ou  $I_{0,5}$  comme dans le cas présent) mais bien, en général,  $I_x$  avec  $0 \leq x \leq n$ . (Pour  $x = n$ , les courbes sont symétriques aux autres, les minimums étant remplacés par les maximums.) En outre, l'allure caractéristique des courbes est maintenue lorsqu'on remplace, en ordonnée, la division logarithmique par une division linéaire.

### 5.4 Taux d'augmentation des courants de maintien de la charge

Une autre méthode d'investigation, qui utilise les taux d'augmentation des courants de maintien de la charge, fournit également des résultats intéressants et concrets. Le taux d'augmentation est défini par le quotient différentiel des courants par le temps:

$$I' = \frac{\delta I}{\delta t}$$

Les symboles signifient:

$I'$  = variation du courant par rapport au temps («taux d'augmentation») pour une tension de maintien invariable

$I$  = courant de maintien de la charge en dépendance de l'âge de la batterie

$t$  = temps (âge de la batterie ou durée des essais)

La *figure 6* montre l'allure des taux d'augmentation. Les valeurs  $I'$  en ordonnée représentent les variations de courant en mA par année, rapportées à la capacité initiale de 1 Ah. Pour le calcul, on utilisait le quotient différentiel  $\Delta I/\Delta t$  avec  $\Delta t = 0,5$  année.

Les droites ascendantes représentent, dans cette figure, la croissance exponentielle du taux d'augmentation, les droites horizontales les taux d'augmentation constants, et les droites descendantes les taux d'augmentation décroissants d'allure exponentielle. Pour  $I' = 0$ , les courants de maintien de la charge resteraient constants, ce qui n'est pas le cas ici.

On relève dans la figure 6 ce qui suit: à la tension par élément au-dessus de 2,30 V et, à noter particulièrement, à celle de 2,15 V, les batteries sont dans un état critique

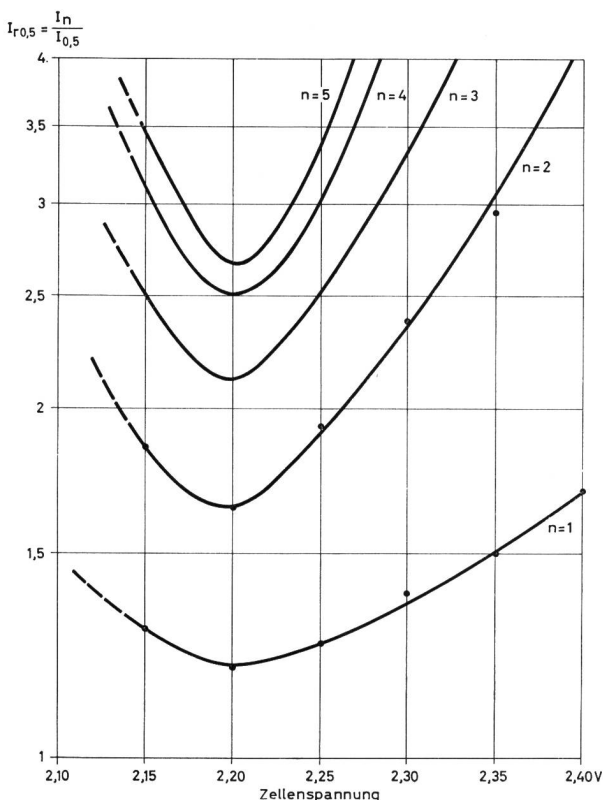


Fig. 5 Allure des courants relatifs de maintien de la charge  $I_r$  pour des différents âges  $n$  de la batterie  
Zellenspannung = Tension par élément

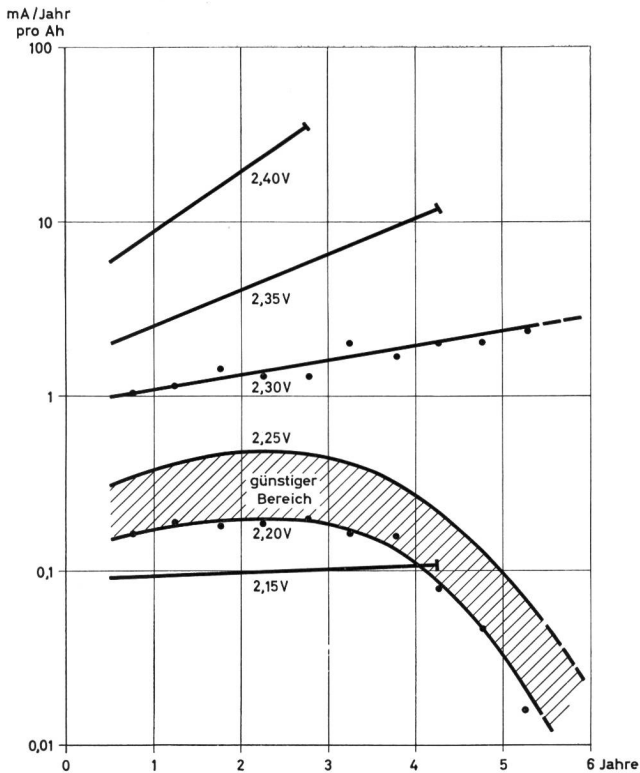


Fig. 6  
Taux de croissance annuels  $I'$  des courants de maintien de la charge pour différentes tensions par élément (mA par année et Ah)  
Günstiger Bereich = Zone favorable

(augmentation exponentielle du courant, les taux d'augmentation aux tensions élevées étant par eux-mêmes élevés). Les durées de vie correspondantes sont courtes, ce qui est représenté par l'interruption des droites correspondant aux tensions précitées. L'interruption de la droite de 2,30 V est très probable, ce qui veut dire que les batteries exploitées à 2,30 V seront bientôt hors d'usage.

En tous les cas, la zone entre 2,20 et 2,25 V présente une importance particulière. L'augmentation du courant s'élève bien, les deux premières années, d'une manière presque exponentielle mais, par la suite, elle diminue fortement, ce qui permet aux courants de maintien de la charge de s'approcher de leurs limites. Cette tendance à la stabilisation des courants doit être considérée comme un indice sûr de longue durée de vie des batteries ainsi exploitées.

Les études concernant les différents types de batteries du commerce, que nous n'avons pas décrites ici individuellement, conduisent à des résultats intéressants qui confirment pleinement la valeur de cette méthode d'investigation. Ainsi, par exemple, la courbe de la « batterie à basse tension » (article 4.4), ne s'élève pas à la tension de 2,15 V, comme le fait présumer la valeur moyenne (fig. 6) de tous

les types de batterie, mais, au contraire, cette courbe tombe déjà au bout d'une année comme les courbes limites de la zone des valeurs favorables.

### 5.5 Commentaire au sujet de la méthode d'investigation analytique

L'analyse du comportement des courants de maintien de la charge conduit à des résultats qui, non seulement confirment les résultats phénoménologiques, mais leur donnent une valeur d'interprétation plus accusée. Ces résultats ne sont pas sujets à des interprétations subjectives et fournissent, après une durée d'essai relativement courte, des données utilisables. En outre, on peut employer la même méthode pour estimer l'état de batteries déjà en service. Toutefois, il faut que certaines conditions minimales soient remplies, par exemple constance de la tension et de la température.

Des recherches sur l'oxydation anodique du plomb dans l'acide sulfurique ont montré que, pour un potentiel constant, l'allure du courant de corrosion est, d'une façon caractéristique, dépendante des phénomènes de corrosion. Il se produit des couches de corrosion de différentes compositions chimiques. Pour un potentiel donné, le courant de corrosion prend une valeur minimale, les phénomènes de corrosion de même [10, 11, 12]. Un phénomène analogue concerne l'allure des valeurs relatives des courants de maintien de la charge de la figure 5 pour des batteries exploitées à tension constante. Pour un dégagement minimal d'antimoine, le courant relatif de maintien de la charge est aussi minimal; la tension correspondante est la tension optimale de maintien de la charge.

## 6. Considérations finales

A la suite des essais de laboratoire qui ont duré cinq ans, on peut répondre comme il suit aux questions soulevées sous le chiffre 3:

- La tension théorique optimale de maintien de la charge qui correspond à la tension minimale de la zone des tensions favorables atteint en moyenne, pour les types de batteries examinés, presque exactement 2,20 V. Malgré les différences individuelles affectant les types de fabrication, on peut être assuré que cette tension n'est en tous les cas pas trop basse.
- La zone des tensions favorables se situe entre 2,20 V et 2,25 V. Dans la pratique de l'exploitation du téléphone, le choix des tensions-limites et de leurs situations par rapport aux tensions théoriques optimales est conditionné par la méthode d'exploitation de la batterie et par les performances et la stabilité de l'installation d'énergie.

- c) Une installation typique de *maintien de la charge* sans aucune charge poussée et sans «activité» de la batterie est admissible, tant que la tension ne descend pas au-dessous de la tension optimale de maintien de la charge.
- d) La *durée de vie* d'une batterie exploitée exclusivement par la méthode «maintien de la charge» peut être évaluée à un multiple de la durée des essais de cinq ans. En

effet, après cinq ans d'essais, les batteries exploitées à 2,20...2,25 V ne présentent aucun signe de défaillance. On peut sans autre prédire, pour de telles batteries, une durée de vie d'au moins 15 ans.

Enfin, on peut évaluer l'état momentané des batteries en déterminant le taux d'accroissement des courants de maintien de la charge, ce qui rend probablement superflu d'exécuter des mesures de capacité.

## Bibliographie

- [1] *Zinggeler E.* La charge flottante des batteries d'accumulateurs. Bulletin technique de l'administration des TT suisses 16 (1938), n° 1, p. 8.
- [2] *Engel H.* La question de la charge flottante. Bulletin technique PTT 25 (1947), n° 2, p. 60.
- [3] *Oberholzer M.* Stromlieferungsanlagen für Automatische Telephonzentralen. Hasler-Mitt. 8 (1949), Nr. 1, S. 1.
- [4] *Bergtold F.* Schwebeladung – der moderne Pufferbetrieb für Bleiakkumulatoren. Elektro-Technik 37 (1955), Nr. 11, S. 85.
- [5] Günstigste Ladeerhaltungsspannung für Röhrenplatten-Batterien (vorläufige Ergebnisse). Interner Bericht Nr. 11.522 vom 29. 4. 1966 der Abteilung Forschung und Versuche, GD PTT (*Th. Gerber*).
- [6] *Müller E.* Expériences réalisées dans l'exploitation avec les accumulateurs. Bulletin technique PTT 40 (1962), n° 2, p. 60.
- [7] Stationäre Bleiakkumulatoren. Pflichtenheft Tfg 3-16.500/28 (ad 336.17.1/4.II.63).
- [8] *Herrmann W., Pröbstl G.* Versuche über Antimonverteilung im Bleiakkumulator. Zeitschrift für Elektrochemie 61 (1957), H. 9, S. 1154.
- [9] *Herrmann W.* Untersuchungen an Bleibatterien mit der Isotopen-Indikatormethode. ETZ-B 16 (1964), H. 22, S. 643.
- [10] *Lander J.J.* Anodic corrosion of lead in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> solutions. Journ. Electrochem. Society 98 (1951), p. 213.
- [11] *Ruetschi P., Sklarchuk J., Angstadt R.T.* Stability and reactivity of lead oxides. Electrochimica Acta 8 (1963), p. 333.
- [12] *Ruetschi P., Angstadt R.T.* Anodic oxidation of lead at constant potential. Journ. Electrochem. Society 111 (1964), No. 12, p. 1323.

## Hinweis auf eingegangene Bücher

### Transistoren-Vergleichstabelle.

München, Franzis-Verlag, 1968. 191 S. Preis Fr. 8.35.

Dieses Büchlein in Taschenformat ist ein Wegweiser, der von einem bestimmten Transistor zu vergleichbaren Typen führt. Es sind 2367 Transistor-Arten aufgeführt. Zu jedem werden 4 bis 15 ähnliche Typen genannt. Die Vergleichstabelle ist in europäische, amerikanische und japanische Transistoren unterteilt. Wer mit Transistoren arbeitet, weiss, dass es kaum einen vollwertigen Ersatztyp gibt. Für Kenndaten müssen zum Beispiel Firmenunterlagen oder ähnliches zu Rate gezogen werden. *B.*

*Büscher G.* Kleines Halbleiter-ABC. = Radio-Praktiker-Bücherei, Band 134/135. München, Franzis-Verlag, 1967. 112 S., 100 Abb. Preis Fr. 6.05.

Das «Kleine Halbleiter-ABC», ein Taschenlexikon der Halbleitertechnik, ist der neueste Band der bekannten Radio-Prak-

tiker-Bücherei. Er soll dem Leser von Fachzeitschriften und Büchern helfen, die immer häufiger vorkommenden Fachausdrücke aus der Halbleitertechnik zu verstehen. Wegen der wünschenswerten Knappheit wird nur auf das Wichtigste Bezug genommen, auf Einzelheiten und tiefschürfende physikalische Erläuterungen also bewusst verzichtet. Die alphabetische Ordnung des Stoffes erleichtert die Orientierung. Im Anhang findet der Benutzer ein Verzeichnis englischer Ausdrücke und ihrer deutschen Synonyme, zehn Seiten Tabellen und ein Verzeichnis einschlägiger Fachliteratur, das ihm das weitere Eindringen in die Materie erleichtert. Dieses kleine Lexikon ist vor allem für den Anfänger gedacht. *R.*

*Schwandt J.* Röhren-Taschen-Tabelle. 11., überarbeitete Auflage. München, Franzis-Verlag, 1967/68. 238 S. Preis Fr. 11.65.

Die Röhren-Taschen-Tabelle, seit Jahren in Fachkreisen bekannt, liegt in 11., über-

arbeiteter Auflage vor. Es wurden 400 neue Typen aufgenommen, besonders solche für das Farbfernsehen.

Dieses handliche Büchlein enthält Daten von 4000 Röhren, die in Deutschland, Österreich und der Schweiz auf dem Markt sind und zur Bestückung von Geräten aller Art dienen. Neben fast allen neueren mitteleuropäischen sind auch die wichtigsten amerikanischen Röhren enthalten, unter Hinweis auf äquivalente (deutsche) Röhren.

Die Tabelle bringt 1000 gebräuchliche Röhren alphabetisch-numerisch geordnet mit ihren ausführlichen Daten. Weniger gängige Typen sucht man im Typenverzeichnis, wo im Hauptteil auf elektrisch gleichwertige Röhren und allfällige Abweichungen verwiesen wird. 980 Sockelbilder zeigen die Anschaltung aller in der Tabelle vorkommenden Röhren. Die Taschen-Tabelle eignet sich für den täglichen praktischen Gebrauch. Da in ihr auch die noch gebräuchlichen älteren Röhren, bis hin zu Vorkriegstypen, enthalten sind, hilft sie auch bei der Reparatur älterer Geräte. *B.*