

# Amplificateur de courant photoélectrique à réponse logarithmique pour l'analyseur de mercure "MAS-50"

Autor(en): **Aubort, J.-D. / Ramuz, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **68 (1977)**

Heft 1

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-982221>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Kurze Mitteilungen — Communications brèves

# Amplificateur de courant photoélectrique à réponse logarithmique pour l'analyseur de mercure «MAS-50»

J.-D. Aubort et A. Ramuz

Laboratoire cantonal, Epalinges-Lausanne

### Introduction

L'analyseur de mercure par absorption atomique sans flamme «MAS-50» (Coleman, Perkin Elmer) est en usage dans de nombreux laboratoires. Ce système compact, monofaisceau, est équipé d'une source lumineuse à vapeur de Hg dont la stabilité est excellente quelques dizaines de minutes après la mise sous tension de l'appareil. L'amplification du courant photoélectrique est par contre moins satisfaisante. Le niveau de bruit de fond est trop élevé, et la réponse est linéaire en % transmission seulement. Lorsqu'on applique les techniques de dosage de traces de mercure élaborées récemment (1, 2), il est souhaitable de disposer d'un rapport signal/bruit meilleur, et d'une sortie pour enregistreur potentiométrique linéaire en absorbance (extinction). Le dispositif de mémoire est alors superflu, l'enregistrement en continu des pics d'absorption étant indispensable.

Le circuit amplificateur de courant photoélectrique décrit ci-dessous remplit ces conditions, et peut être substitué aisément aux circuits d'origine du «MAS-50». Il comprend deux convertisseurs courant-tension à réponse logarithmique et un soustracteur (3). Les transistors bipolaires utilisés pour générer les fonctions logarithmiques sont appairés et intégrés sur un substrat thermostatisé, d'où une stabilité remarquable.

La tension de sortie  $V_s$  de l'amplificateur opérationnel CI 3 (fig. 1) est donnée par la relation:

$$V_s = (k \log I_0 + C) - (k \log I_\lambda + C) = k \log \frac{I_0}{I_\lambda}$$

avec  $I_\lambda$  = courant photoélectrique (entrée inverseuse de CI 1)

$I_0$  = courant variable, réglé par le potentiomètre P (entrée inverseuse de CI 2)

k et C sont des constantes.

En ajustant  $I_0$  pour que  $V_s = 0$  lorsque de l'air exempt de mercure circule dans la cellule de mesure du «MAS-50», on a:

$$V_s = k (\text{absorbance})$$

La constante k a une valeur de l'ordre de 60 millivolts par unité d'absorbance, et le diviseur qui complète le circuit de la fig. 1 permet de sélectionner le facteur

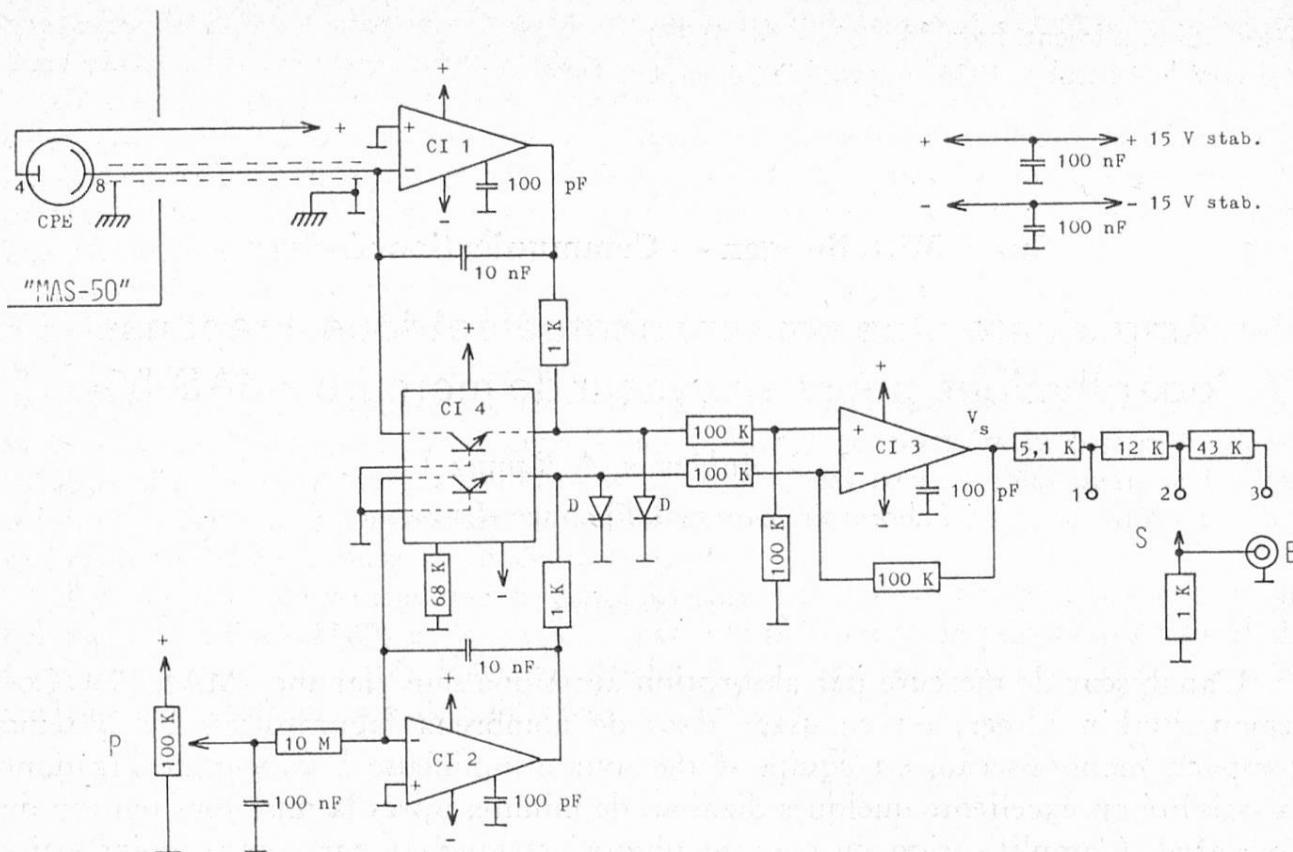


Fig. 1. Circuit de l'amplificateur de courant photoélectrique. CPE = cellule photoélectrique du «MAS-50». P = potentiomètre de réglage de zéro. S = sélecteur de facteur de réponse (pos. 1: 0,1 A, pos. 2: 0,3 A, pos. 3: 1,0 A, valeurs approximatives, pleine échelle). E = prise pour enregistreur potentiométrique (1 mV pleine échelle).

de réponse parmi les trois valeurs disponibles, qui sont approximativement 0,1, 0,3 et 1,0 unité d'absorbance pour une tension de sortie de 1 millivolt.

### Partie expérimentale

Les circuits électroniques d'origine du «MAS-50» ont été retirés, à l'exception de l'alimentation de la source lumineuse. Le circuit de la figure 1, qui a été réalisé sur une plaquette imprimée universelle (Veroboard), comprend les éléments suivants:

- CPE, cellule photoélectrique du «MAS-50». Les connexions d'origine ont été supprimées, et remplacées par celles indiquées à la figure 1.
- CI 1, CI 2, CI 3, amplificateurs opérationnels du type LM 308 N (National Semiconductor) présélectionnés. CI 1 et CI 2 ont été sélectionnés pour  $V_s = 0$  lorsque  $I_2 = I_0$ . CI 3 doit avoir une tension de décalage à l'entrée aussi faible que possible.
- CI 4, circuit intégré présélectionné du type MIC 726—5C (ITT).
- D, diodes silicium du type 1N914.
- P, potentiomètre 100 kohms, 10 tours.
- S, commutateur 1 pôle, 3 positions.

Les résistances du circuit de différence et du diviseur de sortie sont à tolérance étroite (1%), les autres sont de modèle courant (5%). Les condensateurs sont tous du type polyester.

Une alimentation  $\pm 15$  volts (50 milliampères) de bonne stabilité est requise pour compléter ce circuit. Elle peut être réalisée très simplement au moyen du circuit intégré MC 1468 CL (Motorola), selon les données du constructeur.

Les courants  $I_\lambda$  et  $I_0$  étant de l'ordre de quelques centaines de nanoampères, il est impératif de blinder soigneusement le circuit amplificateur. La meilleure solution consiste à le placer, avec son alimentation, dans un boîtier séparé.

Un enregistreur potentiométrique Metrohm E 478 a été utilisé pour les tests de stabilité et de réponse, sur l'échelle 1 millivolt.

### Résultats

La stabilité du circuit de la figure 1 a été évaluée en substituant à la cellule photoélectrique une résistance de 50 Mohms, fixant ainsi le courant à l'entrée inverseuse de CI 1 à une valeur de 300 nanoampères. En enregistrant le signal de sortie à la sensibilité maximum, on a constaté qu'après 20 minutes déjà, la dérive est inférieure à 10 microvolts, soit l'équivalent de 0,001 unité d'absorbance. Seul un circuit différentiel de structure symétrique permet d'obtenir, tout en restant simple, une telle stabilité.

La stabilisation de la source lumineuse du «MAS-50» nécessite une période de «chauffage» de 2 heures au moins. La dérive de l'ensemble est alors à court terme inférieure à 0,001 A et à long terme ne dépasse pas 0,005 A. Une telle dérive est d'autant plus insignifiante qu'il est aisé de démontrer que des valeurs correctes d'absorbance peuvent être mesurées quelle que soit la position de la «ligne de base», c'est à dire quelle que soit la tension de sortie de l'amplificateur lorsque de l'air exempt de mercure circule à travers la cellule de mesure. Le réglage de

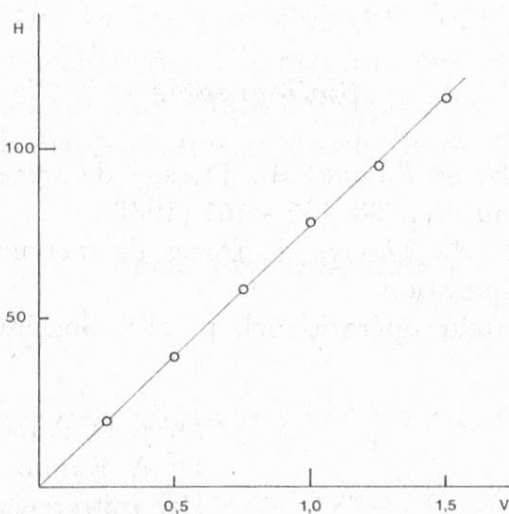


Fig. 2. Réponse du «MAS-50» modifié. Injection de volumes V (ml) d'air saturé de Hg à 25° dans le dispositif de la réf. 1. Hauteurs H des pics d'absorption mesurées en mm.

zéro (potentiomètre P) n'est utilisé que pour maintenir la ligne de base dans des limites acceptables sur l'échelle de l'enregistreur potentiométrique.

La haute qualité de la conversion logarithmique «transdiode» utilisée ici est bien connue (3), et garantit une excellente linéarité de la réponse. Celle-ci a été illustrée expérimentalement en introduisant des volumes d'air saturé de vapeur de Hg compris entre 0,25 et 1,5 ml dans le système élaboré pour le dosage du mercure dans l'atmosphère (1). Le diagramme de la figure 2 montre la relation entre la hauteur H des pics d'absorption et le volume V d'air injecté, dont la linéarité est très satisfaisante.

Un tel circuit pourrait, avec quelques modifications de détail, améliorer les performances d'autres systèmes spectrophotométriques monofaisceaux, à source lumineuse stabilisée.

### *Résumé*

Un amplificateur de courant photoélectrique est proposé pour améliorer les performances de l'analyseur de mercure «MAS-50» (Coleman, Perkin-Elmer). La réponse est sensible, stable et linéaire en absorbance (extinction).

### *Zusammenfassung*

Ein Photostromverstärker wird vorgeschlagen, um die Leistung des Quecksilberbestimmungsapparates «MAS-50» (Coleman, Perkin-Elmer) zu verbessern. Die Ausgangsspannung ist empfindlich, beständig und linear mit der Extinktion.

### *Summary*

A photoelectric current amplifier is proposed to improve the performances of the mercury analyzer «MAS-50» (Coleman, Perkin-Elmer). The response is sensitive, stable and linear with absorbance.

### *Bibliographie*

1. *Aubort, J.-D., Rollier, H. et Ramuz, A.*: Dosage de traces de mercure dans l'atmosphère. *Trav. chim. aliment. hyg.* **68**, 155—161 (1977).
2. *Aubort, J.-D. et Ramuz, A.*: Dosage de traces de mercure dans les denrées alimentaires. Publication en préparation.
3. *Demaye, R.*: L'amplificateur opérationnel, p. 153. Société des Editions Radio, Paris 1972.

Dr J.-D. Aubort  
Dr A. Ramuz  
Laboratoire cantonal  
Les Croisettes  
CH - 1066 Epalinges