

ROSEリポジトリいばらき（茨城大学学術情報リポジトリ）

Title	新型積算電力計
Author(s)	関山, 正憲
Citation	茨城大学工学部研究集報(2(1)): 92-97
Issue Date	1949-09
URL	http://hdl.handle.net/10109/7317
Rights	

このリポジトリに収録されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作権者に帰属します。引用、転載、複製等される場合は、著作権法を遵守してください。

お問合せ先

茨城大学学術企画部学術情報課（図書館） 情報支援係
<http://www.lib.ibaraki.ac.jp/toiawase/toiawase.html>

新型積算電力計

New Type Watt-Hour Meter

関山正憲 (Masatoshi Sekiyama)

ABSTRACT — In this note we consider a new device of watt-hour meter which works by new principle. This instrument does not contain any motors, but a modulator which is provided with potential transformer and resistor, and direct-current integrator. It is a distinction that there is no moving parts in it.

The instantaneous power consumed in load is represented by ei , where e is the voltage across the load and i the load current. So we get, first of all, direct-current proportional to the value of ei by the principle of modulator. Let

$$e = E \cos \omega t, \quad i = I \cos(\omega t - \varphi),$$

then we get by trigonometric formula,

$$ei = E \cos \omega t \cdot I \cos(\omega t - \varphi) = \frac{EI}{2} \cos(2\omega t - \varphi) + \frac{EI}{2} \cos \varphi.$$

This consists of two terms, one is alternating current, another is direct-current $\frac{EI}{2} \cos \varphi$. If we get the latter from ei , it is proportional to the power factor, because the angle between e and i is φ . So we get watt-hours by integrating this direct-current. In detail, the integration is made by the method of coulomb-meter, and watt-hours is calculated from the weight of metal which deposited on a electrode. This is the principle of this meter.

The connection diagram is shown in Fig. 1, where

r, r' : fixed and variable resistor

D : metallic rectifier

R : resistor which gives the voltage drop concerned to the load current i to modulator

P.T : potential transformer which gives the voltage concerned to e to modulator
the modulator is made of the arm D, D, r and r' .

この報告は従来の積算電力計とは全く原理の異なることを条件として考察し研究せんとしたものであります。

研究の趣旨を述べますと、現在我國で電灯を賣けてゐる家1300万戸のうち7割に相当する900万戸は定額で、これらを従量化し消費した電力に応じて料金を取るとすると非常に多数の計器が入用になる。昨年も年産120万個の生産を目標として努力しましたが、これでも現在の定額を半減するのに4ヶ年はかゝる。電力の取引は科学的でありたいがこの計器は高価なので電力会社でも需要家でもつけるのは困る。故に従来のものは従来のものとしてそれが出来る向少しでも早くこれに代る安価で量産のきくものを以て要求に応じ電気供給秩序を確立するという真にあります。

原理を述べますと従来のものは電圧線輪と電流線輪中を流れる電流の相乗積に比例する駆動力を得て何枚を回転したが本考案では負荷にかゝる電圧 e と負荷電流 i との相乗積 ei に比例した直流を得ることを以て根幹となつてゐる。これが出来ればこの直流を積算すれば目的を達する。若し積算しなければ電力計として使用できることは勿論である。しかし実験の結果この直流を積算するのは却々容易でないことがわかつた。 e はpotential transformer P.T.にて得た。 i に關係する量は抵抗 R 中に負荷電流を通じその電圧降下にて得た。それらの相乗積 ei は変調される信号の周波数は変調するものより高いのが普通であるがこの場合は同じになつた特別の場合と考えればよい。その時の角速度を ω とし位相角を φ とすると

$$e = E \cos \omega t, \quad i = I \cos(\omega t - \varphi)$$

にて表はせる。すると

$$ei = E \cos \omega t \cdot I \cos(\omega t - \varphi) = \frac{EI}{2} \cos(2\omega t - \varphi) + \frac{EI}{2} \cos \varphi$$

この中 $\cos(2\omega t - \varphi)$ を含む項は交流で、 $\cos \varphi$ を含む項は直流でこの直流を取り出せば即ち力率に比例する量が得られる。故にこれを積算すればよい。

変調器としてはその素子として金属整流器を選んだ。真空管に比し
 ①劣化がない、従って交換がまいから較正する必要もない、②織條を
 熱する電源を必要とせず③安価である等の真が優れてゐる。整流器は
 2個とし平衡変調とした。整流器に不平衡があつてもそれに対する抵
 抗 r を加減し平衡がとれるからである。又 e に關係する量を取入れ
 る方に変圧器 P.T.を用ひ i に關係するのを取る方には変流器 C.T.を
 用ひなかつたのは C.T.の一次側漏磁誘導量のため i が幾分狂つて来
 ることが実験の結果判つたからである。以上を考慮し回路として Fig.1

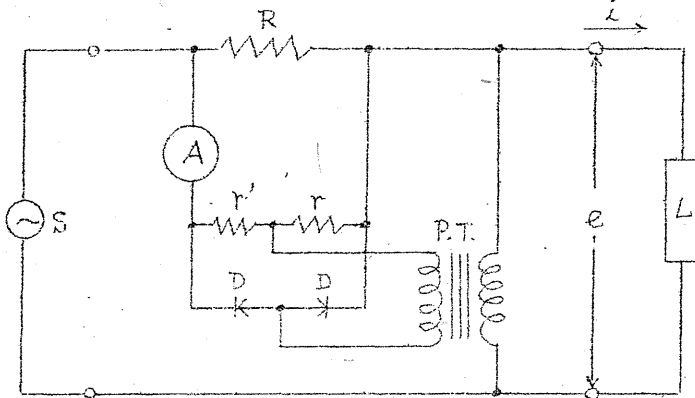


Fig. 1

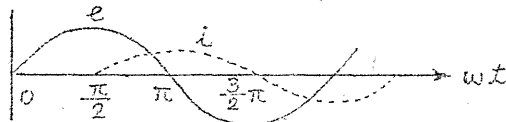


Fig. 2

の如きものとなつた。
 念のため1サイクル
 の中の主要なる場
 合を考へ全貌を推
 察するに

A. 力率零 Fig. 2

$$\begin{cases} e = E \sin \omega t \\ i = I \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) \end{cases}$$

とし ωt がそれぞれ
 $0, \frac{\pi}{2}, \pi$ 及 $\frac{3}{2}\pi$

なる場合は1サイク

ルの間で(A)に流れる電流
 は ωt が0又は π のときで
 その時は互に大きさは同
 じで方向反対で打消し合

ひ備れとしては出ない。

i. $\omega t = 0$

$$e = 0, i = -I$$

ii. $\omega t = \frac{\pi}{2}$

$$e = E, i = 0$$

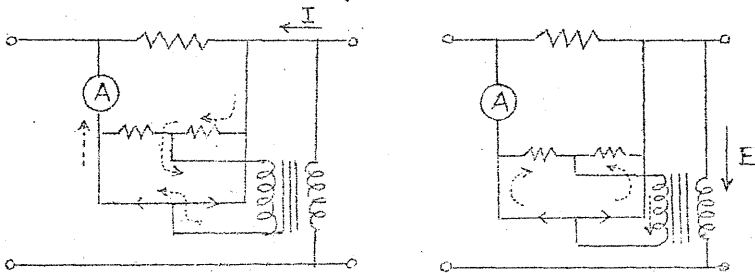


Fig. 3

iii. $\omega t = \pi$
 $e = 0, i = I$

iv. $\omega t = \frac{3}{2}\pi$
 $e = -E, i = 0$

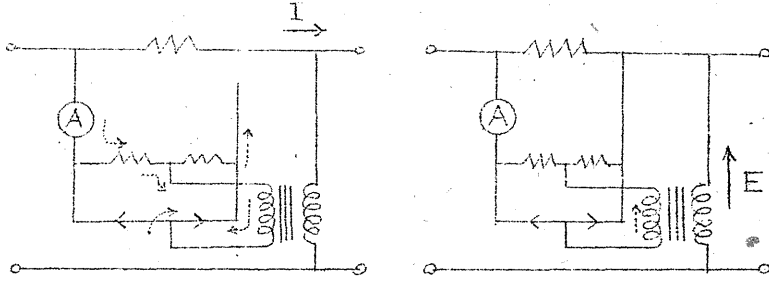


Fig. 3

B. 力率が 1. Fig. 4

$$\begin{cases} e = E \sin \omega t \\ i = I \sin \omega t \end{cases}$$

i. $\omega t = 0$, iii. $\omega t = \pi$ なるときは
 $e = 0, i = 0$ で 回路の何処にも
 電圧と電流を認めない。その他は

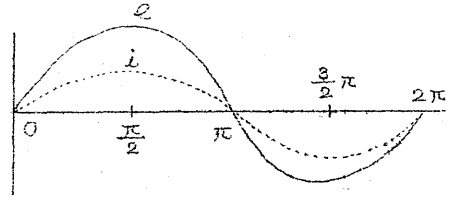


Fig. 4

Fig. 5 となる。Ⓐ に流れる電流は $\omega t = \frac{\pi}{2}$ の時の方が $\omega t = \frac{3}{2}\pi$ の時
 より通り易い。従って 1 サイクルを平均すると Ⓐ に直流が流れる。

ii. $\omega t = \frac{\pi}{2}$
 $e = E, i = I$

iv. $\omega t = \frac{3}{2}\pi$
 $e = -E, i = -I$

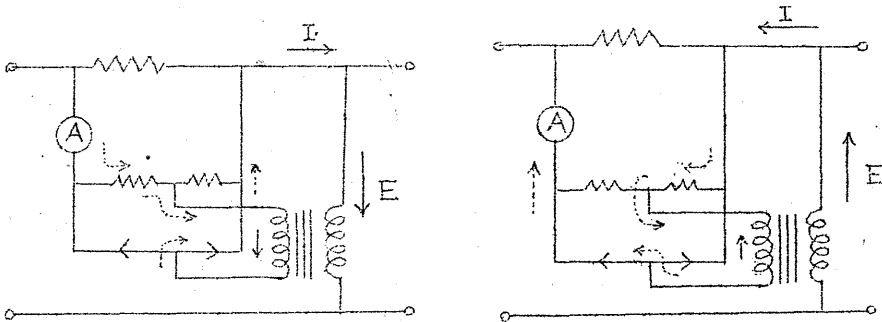


Fig. 5

次に積算する方法を述べると直流の積算としては ① 歯車の回転数、
 ② ガスの容積、③ ケーロンメーターに折出する重さ、④ 燃焼等による化学
 変化の長さ等が考えられるが、③ を採用した。交流分を沙波器で除かず
 とも往復にて打消し合ひ直流分のみが出て来て具合がよい。Ⓐ の所に

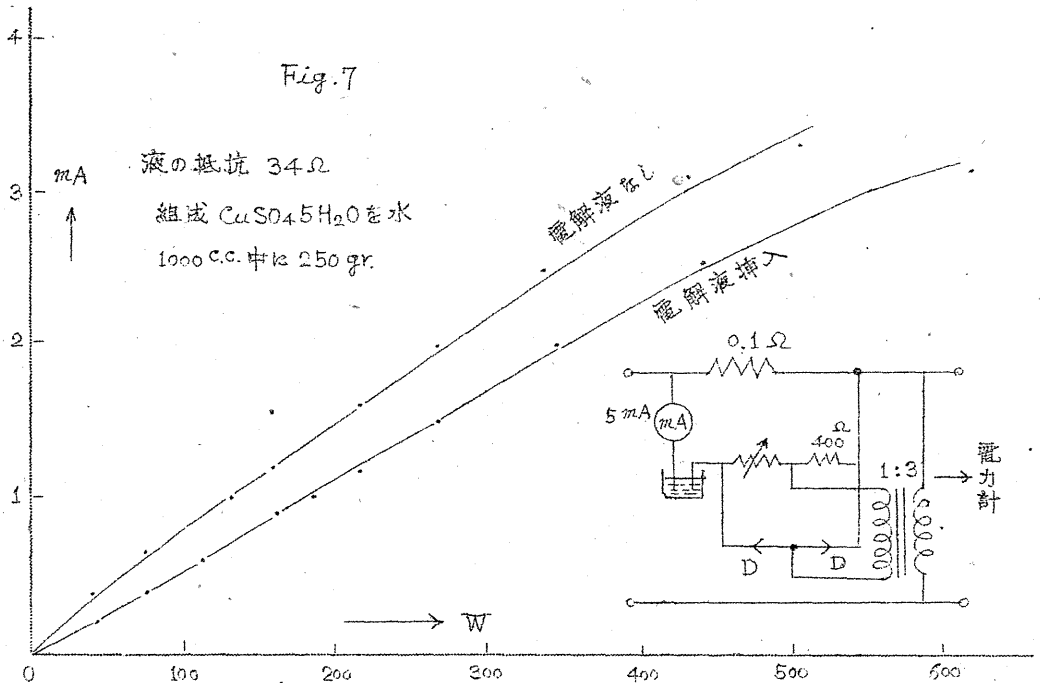
電解槽を挿入した。手軽にするため陰極を銅線とし液を銅クーロンメーター用のものに準じたものを用いた。参考のためその組成及び用法を述べると

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	125 ~ 150 gr	}
H_2SO_4 Conc.	50 gr	
Alcohol	50 gr	
水	1000 C.C.	

なる組成で電流密度 $2 \sim 30 \text{ mA/cm}^2$ にて用ひ陰極は取り出して水及び Alcohol で洗ひ乾燥してから計量することになってゐる。容器としては傾斜しても液のこぼれ難いように試験管を用ひた。Fig. 6 電極としては直径 1.3 mm 位のエナメル銅線の一定長さだけエナメルをはぎ中身をむき出して用ひた。斯くすることにより液量が変わっても影響を受けない。電解液を用ひると分解電圧以上ないと電着が行はれず、又電着しても外部回路を放電して電着したものが電池として作用し、もとの状態に解けて戻ってしまう心配があつたが、実験の結果殆ど問題にならなかつた。これは電極を両方とも同じ銅としたためである。電解液が永く放置したため濃縮される場合を考へ濃度を変えて見たが、電解槽の内部抵抗も外部回路に比し小でありその変化も小なので心配ないこと



Fig. 6



が判った。

次に負荷と本計器との間に 750W の電力計を挿入し (A) に流れる電流と電力との関係を実験した。Fig. 7. 負荷は電熱器の如き力率 1 と見做されるものを用いた。蓄電器を接続しても全然電流は流れなかった。D により γ の値を適当に選ばぬと曲線が早く飽和して電力大なる所で直流電流が少くなり実際の使用電力量より小に Watt-hour が出たので困る。本実験にては何本も取ったが $\gamma \geq 400 \Omega$ にて大体使用できる程度になった。R = 0.1 Ω としたのは積算電力計の標準規格で電流回路電圧降下は 0.5V となっているから 5A では 0.1 Ω でちよつと 0.5V となる。

次に使用電力量の計算の仕方を例に挙げて述べると 500W で 2.8mA (本資料) の場合は

$$1 \text{ kWh} \div 500 \text{ W} = 2 \text{ hr}$$

$$2.8 \text{ mA} \times 2 \text{ hr} = 5.6 \times 10^{-3} \text{ Ahr}$$

2 價の Cu は 1Ahr では 1.185 gr 析出されるから

$$1.185 \text{ gr} \times 5.6 \times 10^{-3} = 6.65 \times 10^{-3} \text{ gr}$$

故に 1 kWh の電力消費につき約 6.7 mgr の析出となる。

本計器を電力会社等で用いる場合には秤量室の如きものを設け内部の陰極を取り出し別の陰極をつか取り出したのを秤量室まで運ぶ如くするを要する。