$U_{Messgerät} = U_{\sim} \cdot I_{\sim} \cdot \frac{R_1 \cdot R_{3,4}\,^{*)}}{R_2 \cdot 2 U_T}$ (N~; → 26 mV b. 25°)

*) $R_3 \stackrel{!}{=} R_4$

R_1: 0,5 mm ∅ Cu : ca. 15 cm

Four transistors measure rms power

Joseph L Sousa, Sipex, Billerica, MA

The true-rms power circuit in **Fig 1** measures true-rms power from dc to 10 kHz with the aid of your battery-powered voltmeter. The polarity of the circuit's output signal indicates the direction of power flow: a positive output indicates power consumed by the load and a negative output means power pumped back to the source.

The CA3096 transistor array forms the instantaneous product between load current and input supply voltage (**Fig 1**). The npn's work when the supply voltage is negative, and the pnp's work when the supply voltage is positive. R_2 converts the supply voltage into the tail current for the differential pairs, and R_1 converts the output load current into the input voltage for the differential pairs. The average of the instantaneous voltage-current product appears across $R_3 \parallel C_1$ and $R_4 \parallel C_2$ as the total rms power.

The values of R_1, R_2, R_3, and R_4 set the range sensitivity and keep the circuit operating in its linear-product region. For example, the voltage drops across R_3 and R_4 don't exceed ±400 mV, which keeps the transistors' collectors from forward biasing. The drop across R_1 is less than ±50 mV. R_1 can be either a precision, Kelvin-connected resistor or you can improvise R_1 from a few inches of #20 wire calibrated with an ammeter and a resistive load (that is, a 60W light bulb).

You should keep C_1 and C_2 in the circuit, even if you have an averaging meter, because the capacitors suppress output-voltage peaks that might have forward-biased the collectors. But if you really must save money, you can eliminate C_1 and C_2 and sacrifice about half the potential measurement range on ac measurements.

You must be wondering, by now, about the requirement for offset-voltage match and base-current match. R_5 with R_6, R_7, and R_8 provide a dynamic output-null adjustment without the need for an offset-canceling dc voltage source.

This circuit has a $\pm V_{BE}$ dead band around 0V input. This dead band contributes a small voltage error for a 110V ac input; tweaking R_2, R_3, or R_4 largely cancels this error out. The effect of the dead-band error on the load current is even less important because it happens a small percentage of the time—only at zero crossings—when the real component of the current is low anyway. But beware: below 10V ac, the crossover error may exceed 1%. **EDN BBS /DI_SIG #1202** EDN

To Vote For This Design, Circle No. 391

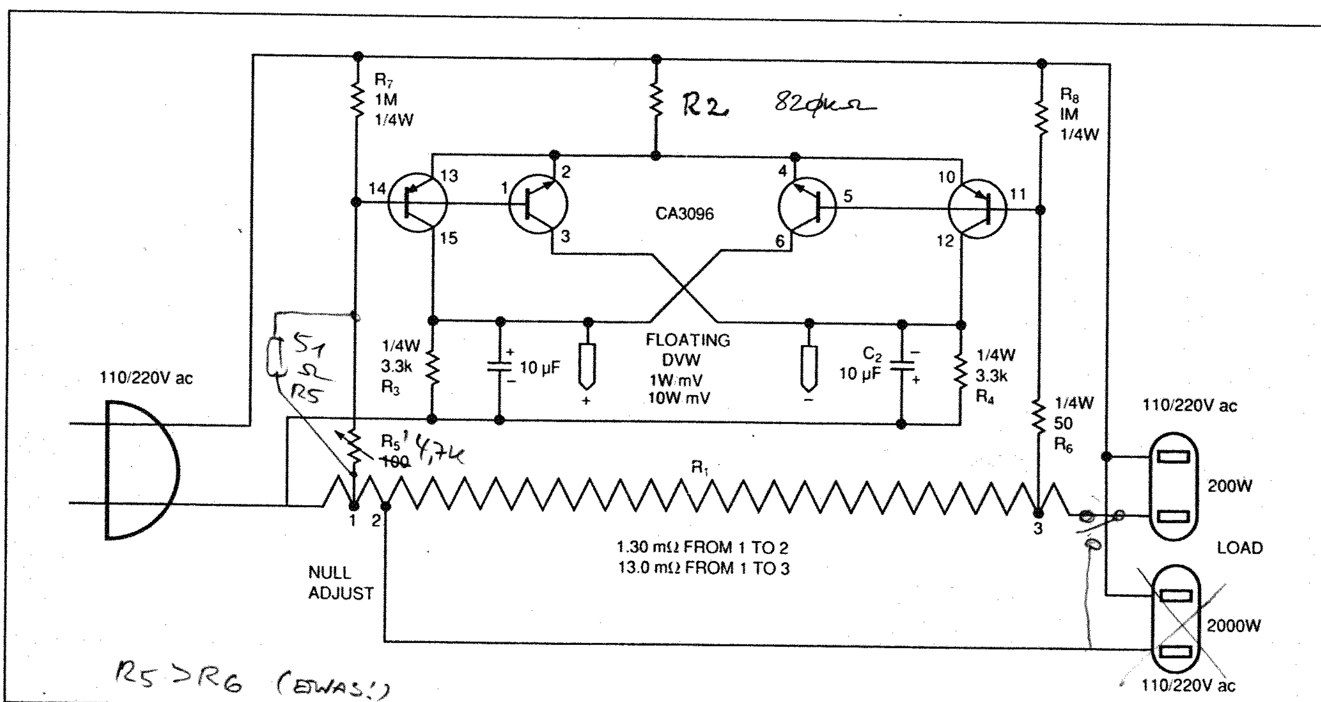
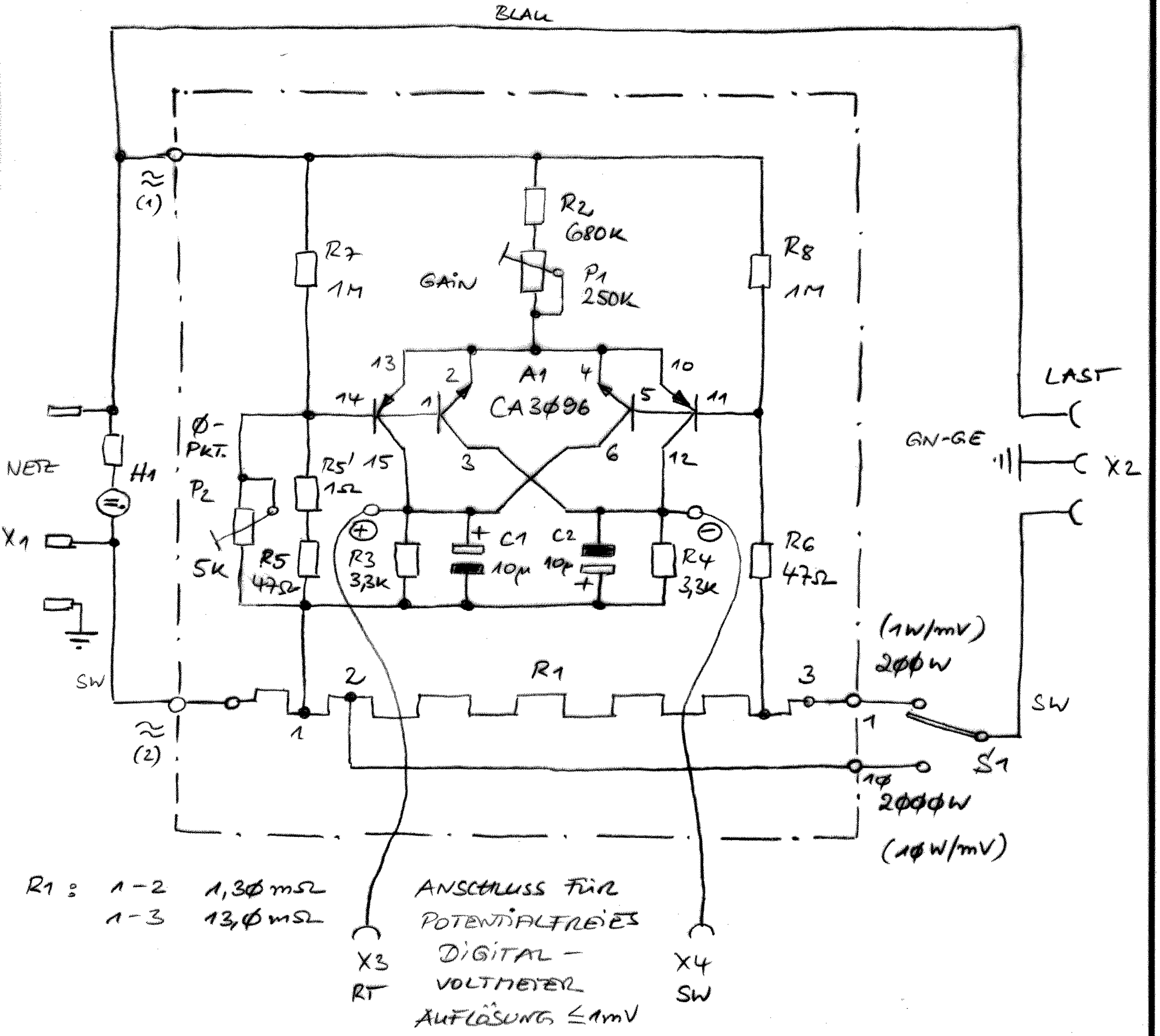
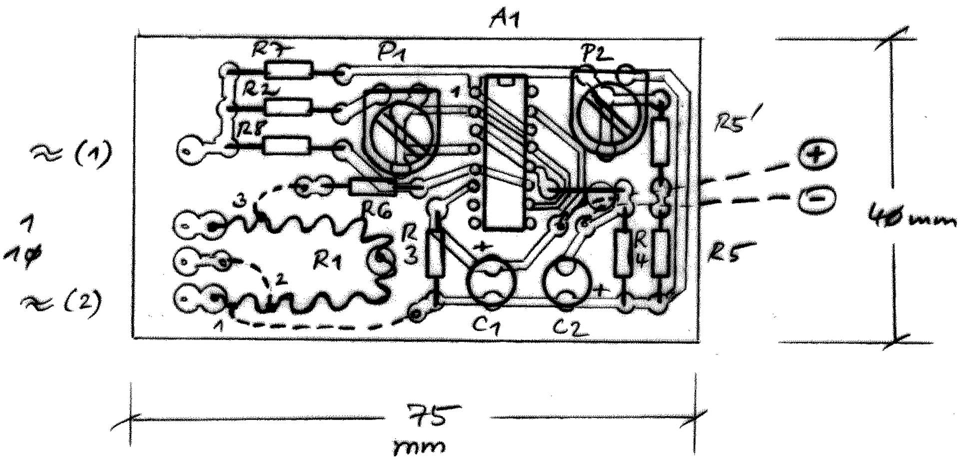


Fig 1—Your battery-powered voltmeter, a homemade, Kelvin-connected resistor, a quad transistor array, and a handful of other parts add up to a true-rms power meter.

Correction

"Four transistors measure rms power," by Joseph L Sousa in the January 7, 1993, issue of EDN, (pg 102), is missing the value for R_2. R_2 is 1 MΩ, ¼W.





Maßstab	Gezeichnet	10.2.93	Lot	Änd. Nr.	Format	Gruppen-Nr.	Entstand. aus	
	Geprüft			Erstmals verwendet für	A 4		Ersatz für	
	Normgepr.							
Abt. LOT	Gesehen				Char. Schl.		Ersetzt d.	
	WIRKLEISTUNGS MESSGERÄT (RMS) 110-230V/-2000W/-10kHz				Zeichnungs-Nr. G	Insges. 4 Blatt	Blatt-Nr. 1	
					SCHALTPLAN BESTÜCKUNGS PLAN			

Bemerkungen:

1) R1 = Shunt aus Cu-Blankdraht 0.5mm Durchmesser; Länge ca. 20cm (siehe Abgleich). Shunt auf 5mm-Dorn aufwickeln und lt. Bestückungs-Plan einbauen
2) R5 + R5' soll etwa R6 + 1 Ohm sein (siehe Abgleich)
3) Einbau-Durchmesser 7mm
4) andere Einbau-Maße! (unbekannt); Farbe: Völk.: schwarz glänzend; Conr.: weiß
5) zum Verdrahten; Länge nach Bedarf

Abgleich:

Shunt R1:
- Draht an beiden Enden an Konstantstromquelle anschließen; Stom z.B. 2,00 A
- isolierte Litze (dünn) an Ort 1 anlöten; hier (-) des mV-Meters anschließen
- Ort 2 mit anderem Anschluss des mV-Meters suchen (bei o.g. Strom bei 2,6mV)
- isolierte Litze (dick, Laststrom!) an diesem Ort 2 anlöten
- abkühlen lassen; Spannung nachmessen: dabei mV-Meter an Litze anschließen und seinen 0-Pkt-Fehler berücksichtigen; ggf. Lötort korrigieren
- Ort 3: wie Ort 2, jedoch bei o.g. Strom bei 26mV und dünne Litze

Nullpunkt:
- Gerät an Netz anschließen ohne Last; mV-Meter an X3/X4 anschließen
- P2 abgleichen, bis mV-Meter Null anzeigt (0-Pkt-Fehler berücksichtigen!)
- Falls der Abgleich nicht möglich ist, ist R5' zu ändern:
  * ist P2 am oberen Anschlag, R5' vergrößern
  * ist P2 im unteren Drittel, R5' verkleinern; ggf. R5 und R6 tauschen

Gain:
- bekannte ohmsche Last anschließen; am besten 200/2000 W
- P2 abgleichen, bis mV-Meter diese Last anzeigt (0-Pkt-Fehler berücksichtigen!)

Quelle:

EDN January 7, 1993, Page 102: EDN-Design Ideas:
Four transistors measure rms power (Joseph L. Souza, Sipex, Billerica, MA)

Beschriftung:

Maßstab 1:1

200 W 1 W/mV

2000 W 10 W/mV