

Stichwort:

Infrarot

■ Das Mini-Poster im **E•A•M** 1/94 stellt das gesamte Spektrum der elektromagnetischen Strahlung dar.

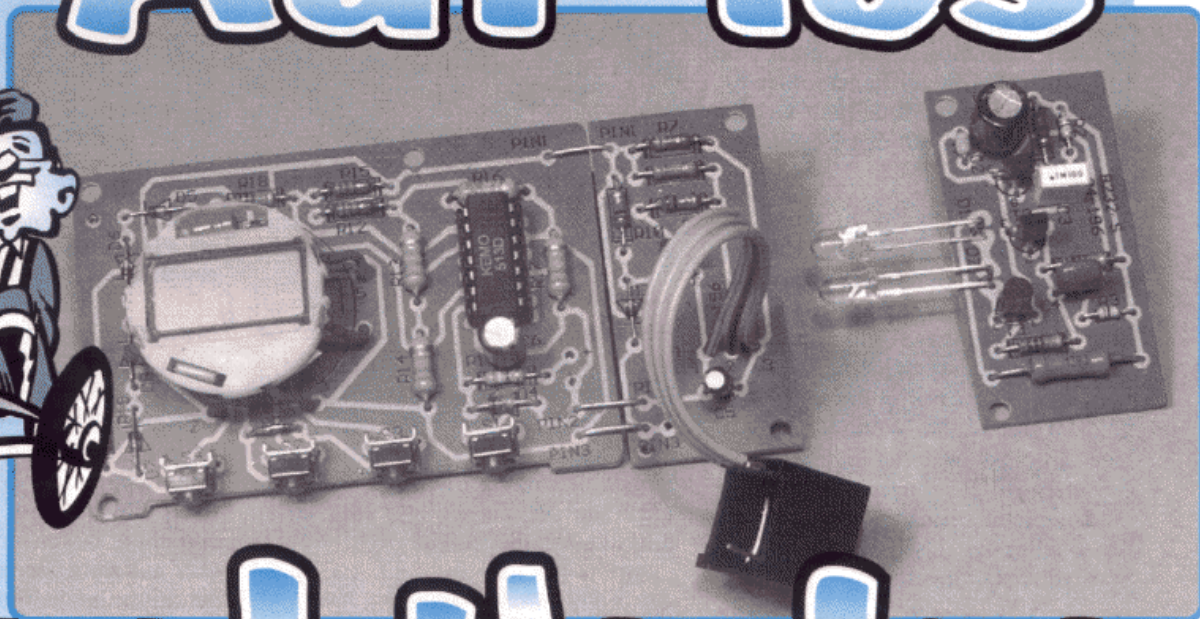
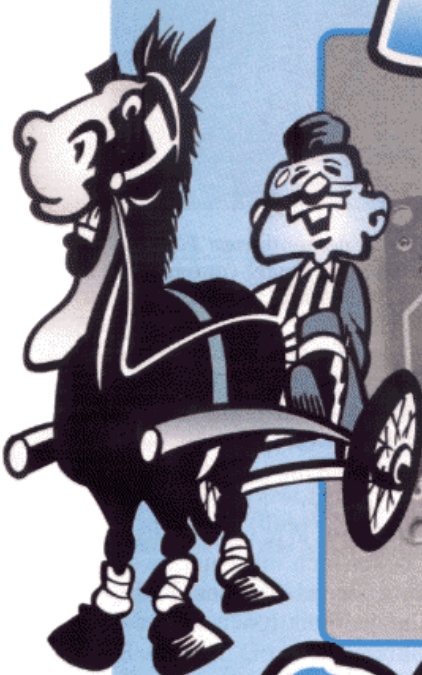
Stoppuhr mit IR-Lichtschranke B 232

Bau Anleitung



Elektronische Zeitnahme fast wie beim Formel-1-Rennen:

Auf los



geht's los

- Start per Knopfdruck und Stopp per Lichtschranke
- Oder genau umgekehrt: Gestoppt wird manuell
- Beim Rundkurs geht auch IR-Starten und -Stoppen
- Zweite Lichtschranke erleichtert die Bedienung
- Als Herzstück dient ein kleines LCD-Uhrenmodul

Zeit ist Geld, heißt es immer, und wer auf der Aschenbahn oder beim Straßenrennen die kürzeste Zeit aufzuweisen hat, kann ein Lied davon singen. Um dies zu ermitteln und etwaige Rekorde festzuhalten, benötigt man eine passende Stoppuhr. Unsere ist mit einer Lichtschranke ausgestattet und reagiert wahlweise auf manuelles Starten bzw. Stoppen oder arbeitet bei zwischenzeitlicher Umschaltung auch vollelektronisch.

Steckbrief: Für Anfänger geeignet

Funktion:	Elektronische Stoppuhr mit verschiedenen Betriebsarten: Manuell starten und stoppen mittels Lichtschranke; oder starten per Lichtschranke und manuell stoppen; oder automatischer Start/Stop-Betrieb mit Umschaltung unmoduliert; Reichweite bis ca. 8 m
Lichtschranke:	Flüssigkristall-Display im Uhrenmodul
Anzeige:	Auflösung: 0,1 s (bis 30 min); darüber 1 s
Abmessungen:	80 x 55 mm (Uhrenplatine); 55 x 26 mm (Empfänger), 55 x 28 mm (Sender)
Stromversorgung:	9 V (Sender <100 mA; Empfängerteil <50 mA)
Bausatzpreis:	ca. 49,95 DM (bei Völkner Elektronik, Braunschweig)

■ Im E•A•M 5/94 beschreiben wir ab Seite 49 die Funktion des „Astabilen“ in sämtlichen Einzelheiten.

Stoppuhr mit Infrarot-Lichtschranke B 232

Mit der Zeit gehen

Die Zeit„nahme“ spielt im täglichen Leben eine nicht unerhebliche Rolle: Denken Sie nur an die tägliche Arbeitszeit – egal, ob als Schüler, Student oder Angestellter – an den rechtzeitigen Abpfiff des Fussballspiels oder eben an die klassische Stoppuhr beim Wettkampf. Aber auch die Flugdauer des Segelfliegers oder die Rundenzeiten im Modellbau werden akribisch erfasst, um den Besten herauszufinden.

Es verwundert sicher nicht, dass auch bei den Stoppuhren längst die Elektronik Einzug gehalten hat. Unsere Bauanleitung stellt ein recht pfiffiges Modell vor, denn diese Baugruppe verfügt über eine Lichtschranke, über die die Start- bzw. Stopp-Funktion ausgelöst werden kann. Wenn Sie die Anlage mit einer weiteren Lichtschranke erweitern (folgt im nächsten Heft), ist die komplette Zeitnahme genauso professionell möglich wie bei den großen Sportveranstaltungen.

Herzstück des Ganzen ist ein kleines Uhrenmodul, wie es auch in handelsüblichen Armbanduhren verwendet wird (**Bilder 1 und 2**). Gemessen an der relativ kleinen Bauform hat die Flüssigkristall-Anzeige (LCD von *Liquid Crystal Display*) eine geradezu stattliche Höhe von 8 mm. Bei Draufsicht ist unten links der 32-kHz-Subminiatur-Uhrenquarz zu erkennen, den wir auch schon in verschiedenen Bauanleitungen verwendet haben (u.a. bei der programmierbaren Schaltung im E•A•M 2/01).

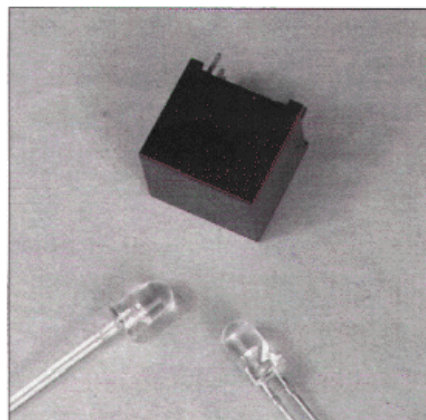


Bild 3: Die beiden IR-Leuchtdioden (vorn) strahlen das Empfänger-Modul an, das einen Vorverstärker besitzt.



Bild 1: Das Uhrenmodul hat nicht einmal 30 mm Durchmesser; gemessen daran ist die Anzeige recht groß.

Hinsichtlich der Miniaturisierung wird dieser Quarz noch von der ultrakleinen Glühlampe übertroffen, die im Bild 2 am linken Rand der Platine zu erkennen ist und die zur Hintergrundbeleuchtung der LC-Anzeige dient; davon machen wir hier allerdings keinen Gebrauch.

Am Rand des Uhrenmoduls sind vier Kontakte angeordnet, über die man verschiedene Funktionen aktivieren kann; einer – der für die Beleuchtung – bleibt frei. Kurze Drahtenden stellen später die Verbindung zur Platine her, wo diese Funktionen per Drucktaster (bzw. über die angeschlossene Lichtschranke) ausgelöst werden; neben den drei Zuleitungen zu den Tastern sind zwei weitere Drähte für die Stromversorgung vorgesehen. Das Auseinandernehmen des Moduls sollten Sie sich tunlichst verkneifen, weil der Zusammenbau nicht ganz einfach ist.

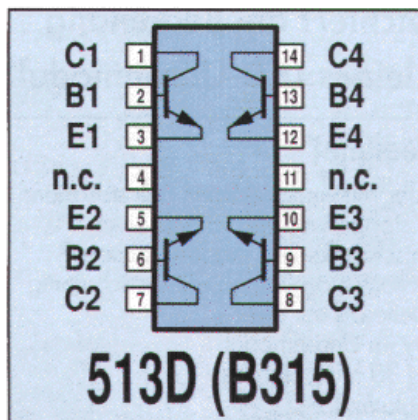


Bild 4: Die einzige Integrierte Schaltung 513 D verfügt über vier leistungsfähige Einzel-Transistoren. (nur drei benutzt).

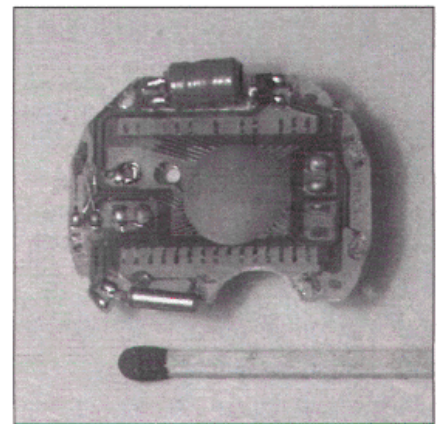


Bild 2: Auf der demontierten Elektronik-Platine sind der Quarz (unten) und eine Mikro-Lampe (links) zu erkennen.

Mit einem der Taster lässt sich das Modul in die Betriebsart 'Stoppuhr' bringen. Hierbei wird entweder das Starten oder das Stoppen manuell ausgelöst, während die jeweils andere Funktion von der Lichtschranke übernommen wird. Wie bereits angesprochen, lassen sich mit einer zweiten, als Zubehör erhältlichen Lichtschranke beide Funktionen automatisch ausführen.

Diese Lichtschranke wird von zwei Infrarot-Leuchtdioden (Sender) und einem Infrarot-Empfängermodul gebildet (**Bild 3**). Mit dem im Empfänger eingebauten Vorverstärker wird eine so hohe Empfindlichkeit erreicht, dass diese Lichtschranke Entfernungen von mehreren Metern überbrücken kann. Durch die Verwendung des Uhren- und IR-Moduls kommt die Schaltung mit relativ wenigen „diskreten“ Bauteilen aus; in dem einzigen IC stecken nur vier Transistoren, die auch bloß zu drei Vierteln ausgenutzt werden (**Bild 4**).

Bild 5 zeigt die Schaltung der eigentlichen Lichtschranke. Um die Leistungsaufnahme zu reduzieren, werden die beiden IR-Dioden nicht im Dauerstrich betrieben, sondern gepulst. Dazu dient der aus den Transistoren T1 und T2 bestehende astabile Multivibrator, bei dem die Einschaltdauer von T2 (Zeitkonstante $R2 \cdot C3$) rund 20 Mal länger ist als die von T1. Wenn T2 leitend ist, sperrt T3, und während dieser langen Phase bleiben die LEDs ausgeschaltet. Nur während 5% der rund 1 ms langen Periodendauer sind D1 und D2 stromdurchflossen.

■ Auch unsere IR-Lichtschanke im E•A•M 8/97 ist mit einem integrierten Vorverstärker-Modul ausgestattet.

Stoppuhr mit Infrarot-Lichtschanke B 232

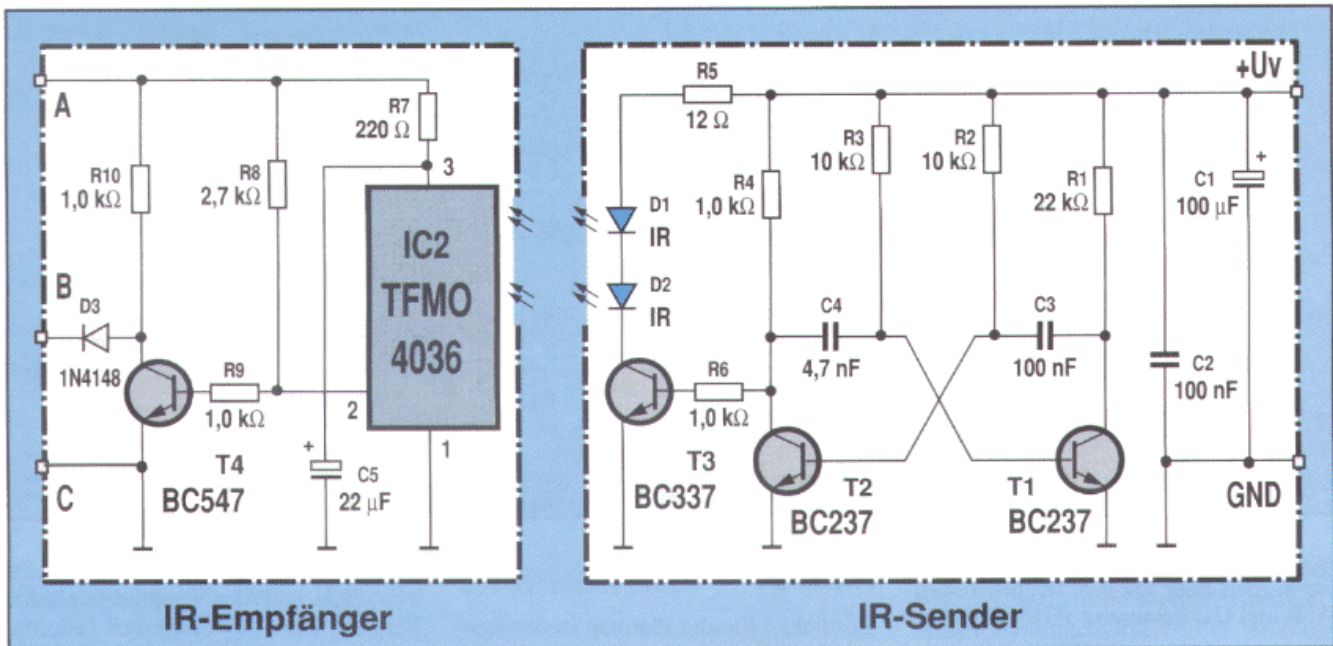


Bild 5: Infrarot-Sender (rechts) und Empfänger (links) bilden eine Lichtschranke für das Start/Stoppsignal.

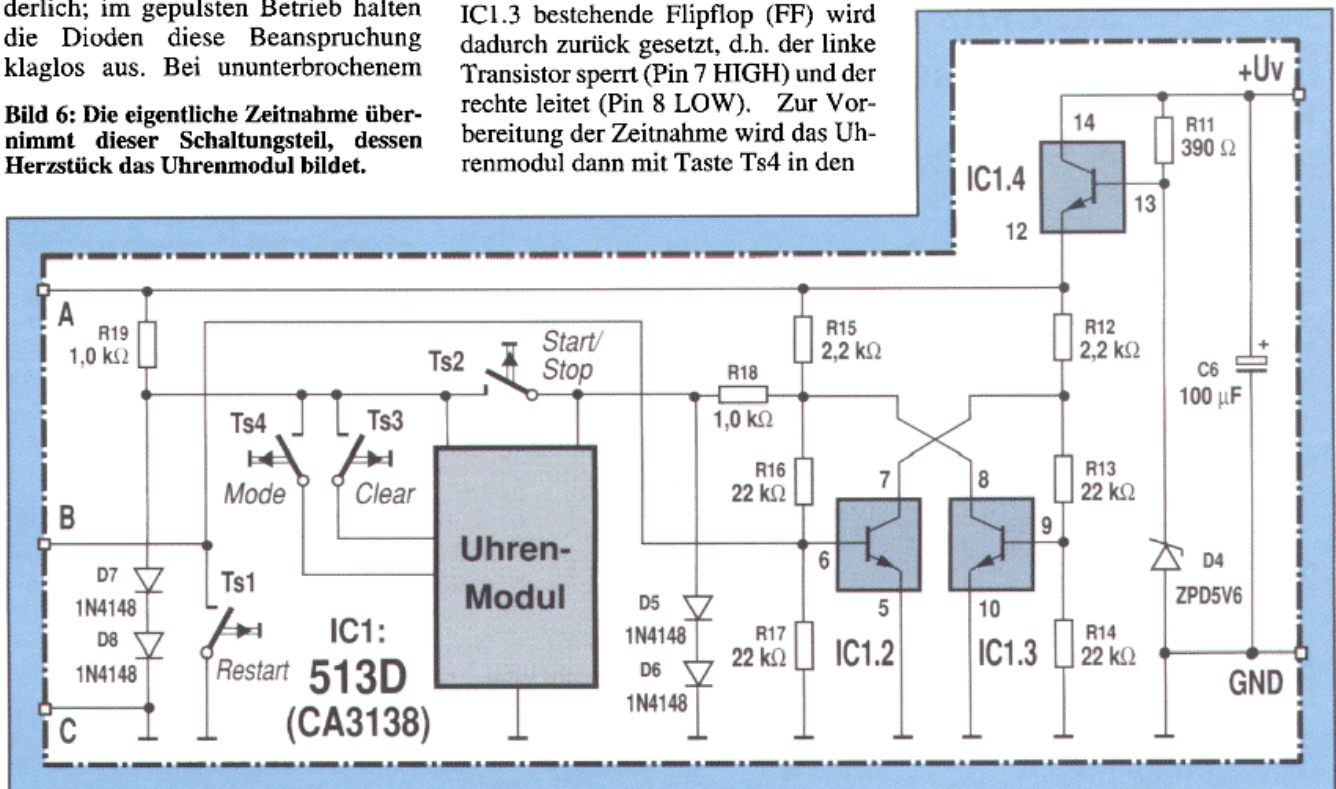
Zur Strombegrenzung dient der Vorwiderstand R5, der die Belastung der Batterie in Grenzen hält; dennoch bekommen die LEDs im Einschaltmoment einen Impuls von ca. 600 mA. Dieser relativ große Strom ist für eine hinreichend große Reichweite erforderlich; im gepulsten Betrieb halten die Dioden diese Beanspruchung klaglos aus. Bei ununterbrochenem

Bild 6: Die eigentliche Zeitnahme übernimmt dieser Schaltungsteil, dessen Herzstück das Uhrenmodul bildet.

Lichtstrahl wird im Empfänger der Transistor T4 durchgesteuert, so dass Punkt B auf LOW liegt. –

Auf der Uhrenplatine sorgt IC1.4 dafür, dass auf der Leitung A eine stabilisierte 5-V-Spannung zur Versorgung des Empfängerteils anliegt (Bild 6). Nach dem Einschalten muss zunächst Taste Ts1 gedrückt werden; das aus den Transistoren IC1.2 und IC1.3 bestehende Flipflop (FF) wird dadurch zurück gesetzt, d.h. der linke Transistor sperrt (Pin 7 HIGH) und der rechte leitet (Pin 8 LOW). Zur Vorbereitung der Zeitnahme wird das Uhrenmodul dann mit Taste Ts4 in den

Stoppuhr-Betrieb gebracht, und Taste Ts2 dient zum manuellen Starten der Stoppuhr. Sobald der Lichtstrahl unterbrochen wird, geht Leitung B auf HIGH, so dass der linke Transistor IC1.2 leitet und dem rechten den Basisstrom entzieht; die Uhr hält an, und das FF kippt um (Pin 8 HIGH). Die Lichtschranke ist dann erst nach einem Restart (Ts1) wieder aktiv.



■ Unser Sonderheft Nr. 1 'Elektronik-Selbstbau' geht auch auf die Auswahl von Ersatztypen ein.

Stoppuhr mit Infrarot-Lichtschanke B 232

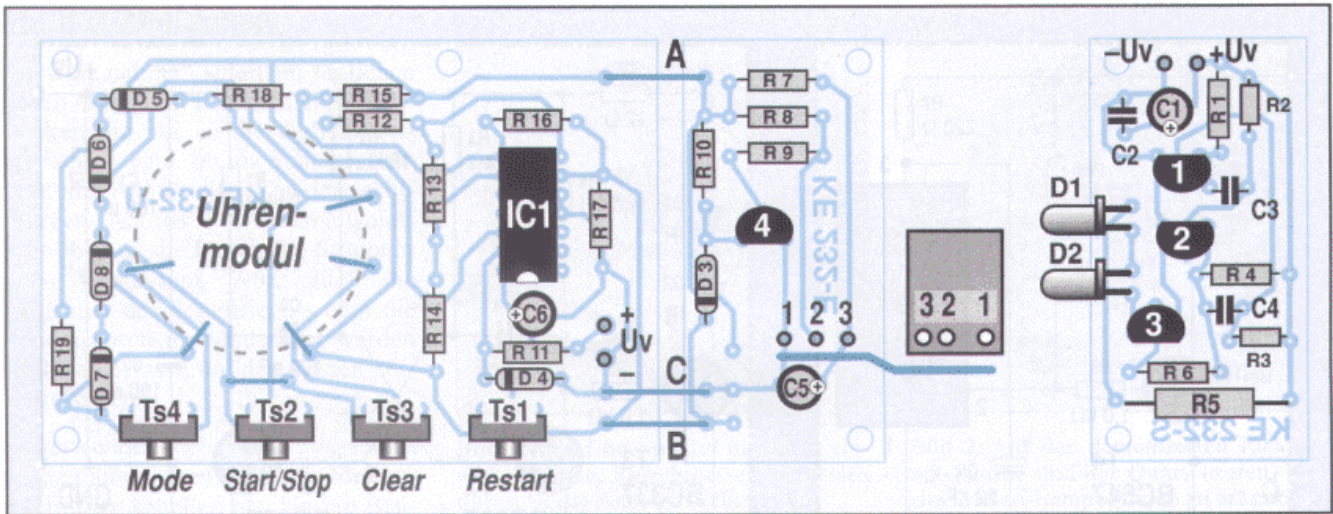


Bild 7: IR-Empfänger und Uhrenplatine werden über die drei Drahtbrücken A, B und C miteinander verbunden.

Mit der Verriegelung durch das Flipflop wird verhindert, dass weitere Impulse von der Lichtschranke zum Neustart der Stoppuhr führen. Auch die Start/Stop-Taste Ts 2 ist nach dem Zurücksetzen nicht mehr aktiv, weil das Massepotenzial von Pin 8 fehlt. Es ist also auf jeden Fall erst ein manueller Neustart durchzuführen, ehe eine neue Zeitnahme beginnen kann.

Nachbau

Bestücken Sie die Platinen in der Reihenfolge Sender, Empfänger und Uhr und beginnen Sie jeweils mit den liegenden Bauteilen (Bild 7).

Achten Sie beim Sender darauf, dass Sie den Leistungstransistor T3 (BC 337 oder SF 828) nicht mit den Kleinsignaltypen BC 237 (oder SS 216) verwechseln. Beim Einlöten der Leuchtdioden müssen Sie unbedingt die richtige Polung einhalten: Der

kürzere Katodenanschluss zeigt zu T2 bzw. T3. Auf der Empfängerplatine wird T4 = BC 547 eingesetzt (alternativ SC 237 – nicht zu verwechseln mit dem BC 237!). Aufpassen bei der Polung von C5 und der Diode D3!

Auf der Uhrenplatine müssen Sie oberhalb von Ts2 eine Drahtbrücke einlöten. Das IC bekommt eine Fassung, deren Markierungskerbe zu C6 hin zeigt. Aufpassen heißt es wieder bei Polung der fünf Dioden. **Achtung!** D4 ist die Z-Diode!

Stückliste Infrarot-Lichtschanke

Platinen:

---	1	IR-Lichtschanke (Sender)	KE 232-S
---	1	IR-Lichtschanke (Empfänger)	KE 232-E
---	1	IR-Lichtschanke (Uhrenplatine)	KE 232-U

Halbleiter:

IC1	1	Vierfach-Transistor (CA 3138)	513D
T1,2	2	nnp-Silizium-Transistor	BC 237
T3	1	nnp-Silizium-Transistor	BC 337
T4	1	nnp-Silizium-Transistor	BC 547
D3	1	Silizium-Universaldiode	1N4148
D4	1	Z-Diode 5,6 V	ZPD 5V6
D5...8	4	Silizium-Universaldiode	1N4148

Optoelektronik:

D1,2	2	IR-Diode	TSHA 5201
IC2	1	IR-Empfängermodul	TFMO 403

Kondensatoren:

C1	1	Elektrolytkondensator	100 µF / 20 V
C2,3	2	keramischer Kondensator	100 nF
C4	2	keramischer Kondensator	4,7 nF
C5	1	Elektrolytkondensator	100 µF / 20 V
C6	1	Elektrolytkondensator	100 µF / 20 V

Uhrenmodul:

Uhr	1	LCD-Uhrenmodul	100 µF / 20 V
-----	---	----------------	---------------

Kohleschichtwiderstände: (250 mW / 5 %)

R1	1	22 k 0	(rot - rot - orange - gold)
R2,3	1	10 k 0	(braun - schwarz - orange - gold)
R4	1	1 k 0	(braun - schwarz - rot - gold)
R5	1	12 R 0	(braun - rot - schwarz - gold)
R6	1	1 k 0	(braun - schwarz - rot - gold)
R7	1	220 R	(rot - rot - braun - gold)
R8	1	2 k 7	(rot - violett - rot - gold)
R9,10	2	1 k 0	(braun - schwarz - rot - gold)
R11	1	390 R	(orange - weiß - braun - gold)
R12	1	2 k 2	(rot - rot - rot - gold)
R13,14	2	22 k 0	(rot - rot - orange - gold)
R15	1	2 k 2	(rot - rot - rot - gold)
R16,17	2	22 k 0	(rot - rot - orange - gold)
R18,19	1	1 k 0	(braun - schwarz - rot - gold)

Mechanisches Zubehör:

(IC1)	4	Fassung	14-polig
Ts1...4	4	Mikrotaster	1 x ein
(- -)	5	Lötstützpunkt	Ø1,3 mm

Die hier aufgeführten Bauteile sind als kompletter Bausatz für ca. 49,95 DM bei Völkner Elektronik in Braunschweig erhältlich (Platine einzeln nicht lieferbar).

Empfohlenes Zubehör:

(gehört nicht zum Lieferumfang des Bausatzes)

Zusatz-Lichtschanke für Start/Stop-Betrieb

■ Im **E•A•M** 2/98 beschäftigt sich ein Grundlagenartikel mit der Problematik des CE-Konformitätszeichens

Stoppuhr mit Infrarot-Lichtschranke B 232

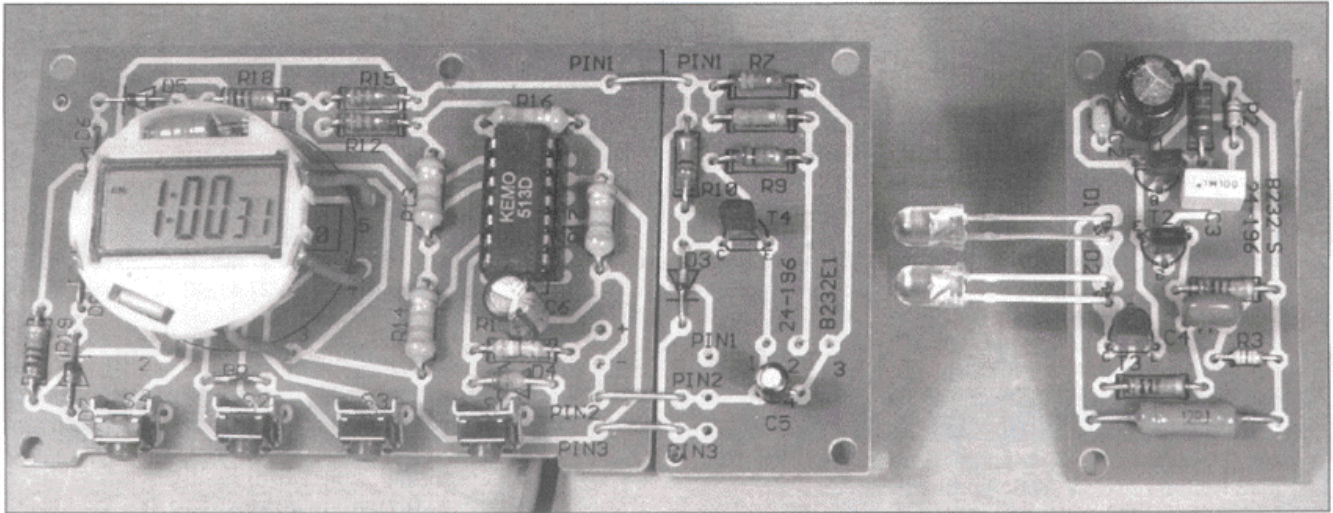


Bild 8: Auf der Uhrenplatine ragt das Uhrenmodul wie ein kleiner Käfer empor; das Infrarot-Empfängermodul ist hier noch nicht angelötet.

Bevor Sie das Uhrenmodul einlöten, sollten Sie sich unbedingt von den richtigen Versorgungsspannungen überzeugen. Schließen Sie dazu an $\pm U_V$ eine Gleichspannung von ca. 9 V an und kontrollieren Sie am Pin 12 von IC1 die +5 V und an den Anoden von D5 und D7, ob dort jeweils ca. 1,3...1,4 V anliegen.

Bei höheren Spannungen wird das Uhrenmodul unweigerlich zerstört!

Das Uhrenmodul ist zur Vereinfachung der Lötarbeit bereits vorverdrahtet, so dass Sie die fünf Drähte nur noch in die passenden Bohrungen einzustecken und zu verlöten brauchen. Anschließend werden Empfänger- und Uhrenplatine über die drei Brücken A, B und C miteinander verbunden (Bild 8; vgl. Bestückungsplan).

Beim Anschluss des Infrarot-Moduls müssen Sie wieder peinlichst aufpassen, dass Sie die Reihenfolge 1...3 einhalten!

So sehr es auch in den Fingern jucken mag, die Uhr endlich in Betrieb zu sehen – kontrollieren Sie zunächst noch einmal sorgfältig die Bestückung und vergewissern Sie sich, dass keine kalten Lötstellen oder Lötbrücken vorhanden sind!

Bild 9: Fertig zum Einsatz; in dieser Konfiguration erfolgt der Start manuell, während der Empfänger das Signal zum Anhalten der Stoppuhr liefert.

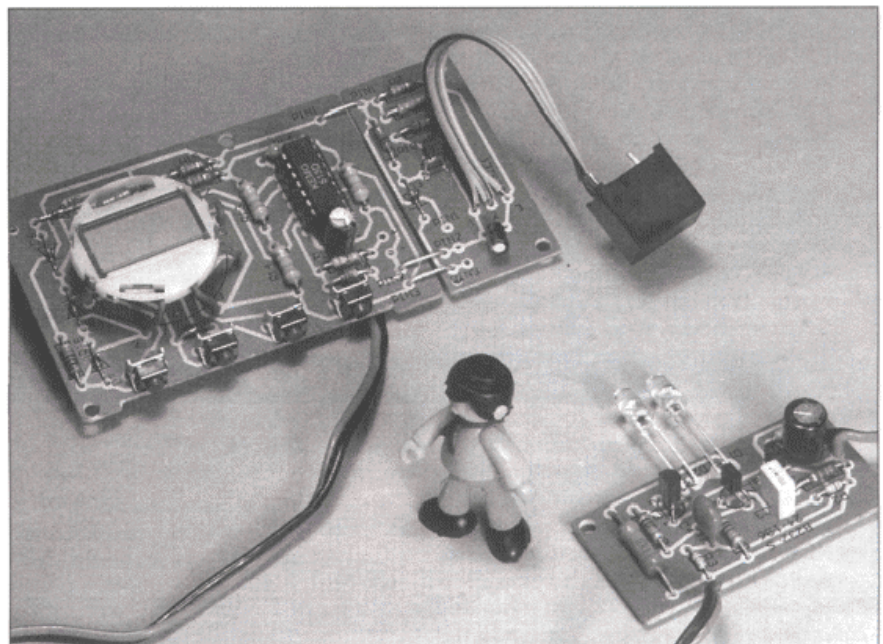
Inbetriebnahme

Nach dem Einschalten blockiert die Uhr (Anzeige 1...1) und muss durch Drücken der Taste Ts1 (Restart) in den Uhrenmodus gebracht werden. Wenn Sie wollen, können Sie das Modul als **Digitaluhr** verwenden: Hierbei dient Ts 4 zum Stellen, wobei Ts2 die gerade blinkenden Digits hochzählt; das Weiterschieben zu den nächsten Digits erfolgt in diesem Fall mittels Ts3. Nach Abschluss des Stellens verlassen Sie diesen Mode mittels Ts4.

Die Taste Ts4 schaltet zyklisch folgende Modes weiter: Digitaluhr, Stoppuhr, Alarmzeit (wird hier nicht genutzt), Uhrzeit einstellen.

Drücken Sie also die Taste Ts4 so oft, bis der **Stoppuhr-Betrieb** aktiviert ist; Sie erkennen ihn an der Anzeige **0.0000**. Sie können die Stoppuhr jetzt mit der Taste Ts2 starten und auch anhalten; beim erneuten Start wird beim erreichten Stand weiter gezählt, sofern Sie den Zählerstand vorher nicht mit Ts3 gelöscht haben.

Es ist aber auch möglich, die Stoppuhr manuell zu starten (Ts2) und per Lichtschranke zu stoppen oder per Lichtschranke zu starten und manuell zu stoppen. In beiden Fällen ist eine erneute Zeitnahme erst nach einem Restart (Ts1) möglich. Nach kurzer Eingewöhnung ist die Handhabung denkbar einfach (Bild 9).



■ Das Mini-Poster im **E•A•M** 1/94 stellt das gesamte Spektrum der elektromagnetischen Strahlung dar.

Betrieb der Infrarot-Stoppuhr K 232

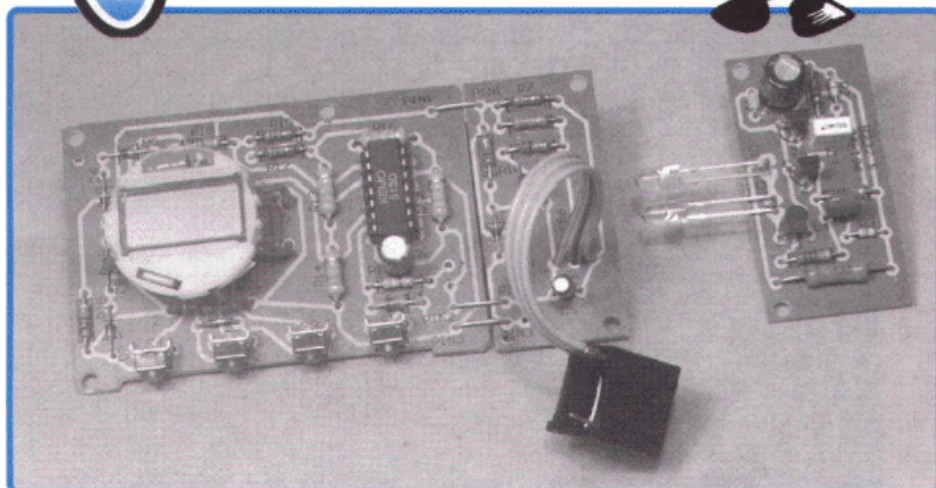
Bau Anleitung

Die vielseitigen Möglichkeiten kurz zusammengefasst:

Auf los geht's los



Im Zusammenhang mit der **Infrarot-Stoppuhr** aus **E•A•M** 6/01 und der **Zusatz-Lichtschranke** aus Heft 7/01 haben uns diverse Anfragen erreicht, so dass wir die verschiedenen Funktionen im Folgenden noch einmal kurz zusammenfassen:



Tastenfunktion

Die vier Drucktaster haben folgende Funktion:

Ts1: Rücksetzen des Flipflops; die Lichtschranke ist anschließend wieder auf Empfang und kann die Stoppuhr erneut auslösen (starten oder stoppen). Beim Betätigen der Lichtschranke wird das Flipflop gesetzt, das die Uhr stoppt und in dieser Position hält; erneute Bewegungen im Lichtschranken-Bereich haben dann also keinen Einfluss mehr.

Ts2: Manuelle Betätigung der Stoppuhr (Starten oder Stoppen)

Ts3: Löschen der Anzeige, aber nur, wenn zuvor mit *Ts2 gestoppt* wurde.

Ts4: Umschaltung der Betriebsart Uhr/Stoppuhr.

Betrieb der Stoppuhr:

Die Sende-LEDs sollen genau auf das Fenster im Empfangsmodul „zielen“ (optimaler Abstand ca. 2 m). Schalten Sie erst den Sender ein und dann den Empfänger. Im Display erscheint jetzt die Anzeige '11'.

Nach dem Druck auf Ts1 arbeitet die Einheit als normale Uhr.

Durch Druck auf Ts4 wird auf Stoppuhr-Modus umgeschaltet; jetzt ist die Lichtschranke aktiv.

Mittels Ts2 kann man die Stoppuhr manuell starten und durch Unterbrechung des Lichtstrahls anhalten; die verstrichene Zeit erscheint im Display. Hierbei darf die Lichtschranke aber beim Start nicht verdeckt sein, sondern nur beim Zieleinlauf.

Vor dem nächsten Start wird die Anzeige mittels Ts3 gelöscht; der Druck auf Ts1 stellt die erneute Betriebsbereitschaft her.

Fliegender Start:

Alternativ kann man die Stoppuhr auch per Lichtschranke starten („fliegender Start“) und per Hand stoppen. Dazu wird zunächst genau so verfahren wie eben beschrieben, d.h. das Modul wird in den Stoppuhr-Modus gebracht (erst den Sender einschalten, dann den Empfänger; Ts1 drücken [Uhr-Modus], Ts4 drücken [Stoppuhr-Modus]).

Wenn jetzt der Sportler die Lichtschranke unterbricht, startet die Stoppuhr; dann wird Ts1 gedrückt und zum manuellen Stoppen Ts2. Um den Vorgang zu wiederholen, muss man

erst mittels Ts3 löschen und mit Ts1 die erneute Betriebsbereitschaft herstellen.

Betrieb im Rundkurs:

Es ist auch möglich, die Stoppuhr auf einem Rundkurs wie beschrieben per Lichtschranke mit „fliegender Start“ zu starten und nach mehreren Runden auch per Lichtschranke wieder zu stoppen.

Dazu wird zunächst wieder der Stoppuhr-Modus aktiviert (vgl. oben). Wenn jetzt die Lichtschranke unterbrochen wird, startet die Stoppuhr; falls mehrere Runden gelaufen werden sollen, müssen Sie so lange warten, bis der Zieleinlauf bevorsteht. Erst dann drücken Sie Ts1, um den Empfänger zu aktivieren; jetzt stoppt die Zeitnahme, sobald die Lichtschranke unterbrochen wird.

Achtung! Wenn man die angegebene Reihenfolge nicht einhält oder eine Taste doppelt betätigt, kann das Modul in eine andere Betriebsart übergehen. In diesem Fall hilft nur das Entfernen der Batterie. Weil sich die CMOS-Schaltkreise ihren Zustand eine Weile „merken“, sollten Sie die Batterie erst nach ca. 10 min wieder ankleben!