



Alles im grünen Bereich? Feinmotorik-Trainer FMT 100

Nicht nur als Kinderspiel, etwa bei langen Autofahrten, sondern auch für das Training des Reaktionsvermögens und des Fingerspitzengefühls von Erwachsenen, etwa in Wartezeiten oder zur kurzweiligen Entspannung, ist dieses kleine Geschicklichkeitsspiel gedacht, das durch den Batteriebetrieb überall spielbar ist. Es ahmt das Gefühl beim Balancieren eines Gegenstandes auf der Fingerspitze nach, indem per Drehknopf eine elfteilige, mehrfarbige LED-Anzeige, die ein reges „Eigenleben“ entwickelt, allein auf die Anzeige „Grün-Mitte“ eingestellt werden muss. Hört sich einfach an, erfordert aber gehöriges Fingerspitzengefühl, einiges Training und wird durch 6 Level immer schwieriger.

LEDs mit Eigenleben

Das Spiel ist vergleichbar mit dem beliebten Balancieren eines Besens auf der Fingerspitze, was je nach eigener Geschicklichkeit mehr oder weniger Zeit an Übung erfordert.

Der Besen ist hier lediglich durch eine Reihe von roten, gelben und grünen LEDs ersetzt, wobei mit einem Poti versucht wer-

den muss, die mittlere grüne LED zum Leuchten zu bringen. Diese an sich einfache Zielsetzung wird durch die ausgeklügelte Schaltung des Spiels jedoch zunächst immer wieder vereitelt, denn die geringste Bewegung des Potis führt zu einer extremen Gegenreaktion der LED-Kette, sie schlägt weit über den gesuchten Punkt hinaus aus und bleibt nicht so schnell in der gewünschten Mitte stehen. Nur mit Gefühl erreicht man tatsächlich ein exaktes Stehenbleiben

in der Mitte und dies auch nur für kurze Zeit, bevor das Ganze wieder aus dem Gleichgewicht gerät. Dies ruft ganz schnell die oben erwähnte Assoziation an das bekannte Balancieren des Besens hervor.

Technische Daten: FMT 100

Spannungsversorgung: 9-V-Block
Stromaufnahme: ca. 13 mA
Abmessungen: 142 x 57 x 40 mm

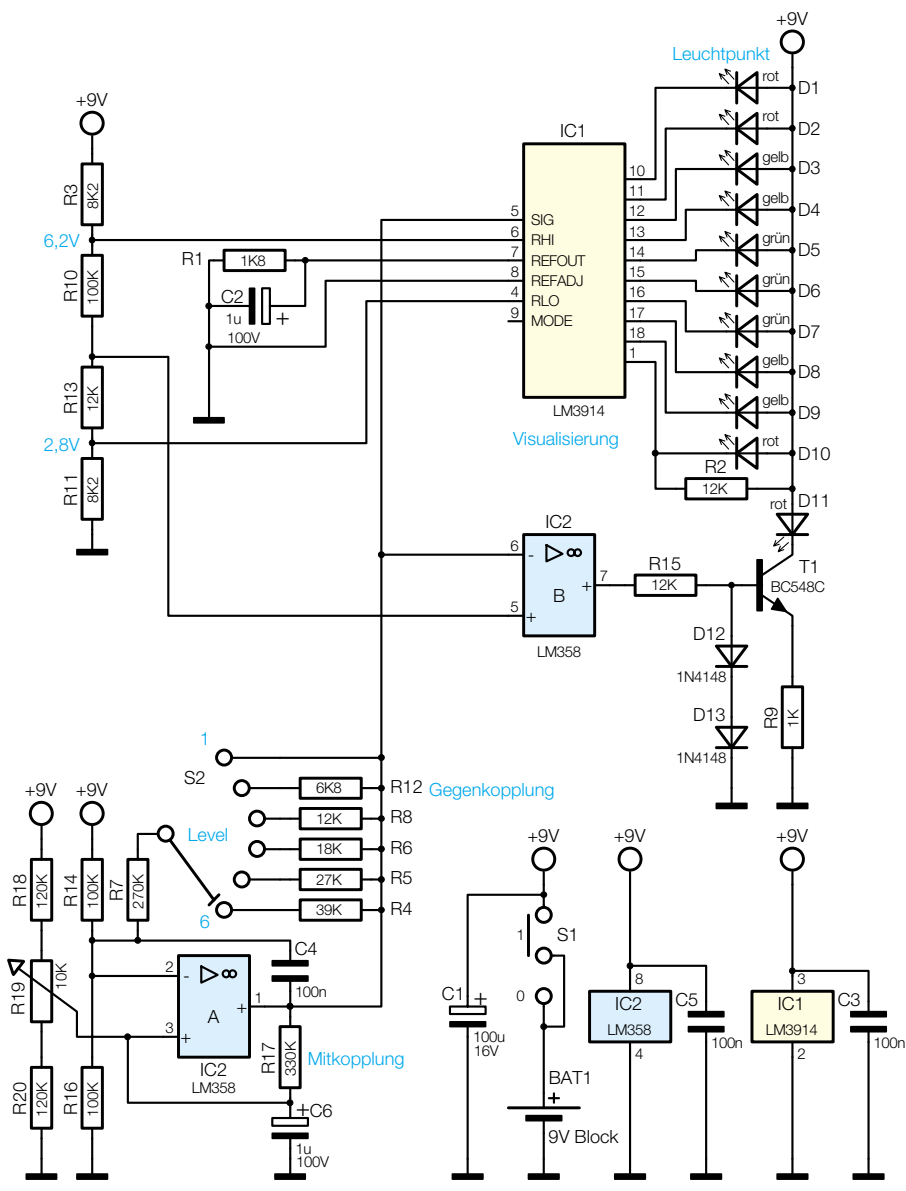


Bild 1: Schaltbild des FMT 100

Der Spielablauf

Beim Start des Spiels leuchtet zunächst eine der roten LEDs eines Anschlags auf. Nun dreht der Spieler das Poti in die Richtung, in die sich das LED-Leuchten bewegen soll. Doch Vorsicht, sobald sich das Licht bewegt, muss man sehr schnell und feingühlig gegensteuern, sonst bewegt sich das Licht sofort zum entgegengesetzten Anschlag. Je weiter das Leuchten von der Ruheposition entfernt ist, desto schneller bewegt es sich! Hat man es geschafft, für ca. 10 Sekunden im grünen Bereich zu bleiben, so sollte man mit dem Drehschalter die nächste der insgesamt 6 Schwierigkeitsstufen auswählen und in Angriff nehmen. Da das Verhalten der Schaltung, von außen gesehen, relativ unkalkulierbar erscheint, entscheidet tatsächlich nur die eigene Geschicklichkeit und Sensibilität, wie schnell man das jeweils nächste Ziel erreicht.

Schaltung

Die Schaltung besteht einerseits aus dem eigentlichen Geschicklichkeits-Teil und andererseits einem Teil zur Visualisierung des Spiels.

Kernstück des Geschicklichkeits-Teils ist der Operationsverstärker IC 2 A. Mit dem Drehschalter S 2 und den Widerständen R 12 und R 4 bis R 8 wird die Verstärkung und damit die Schwierigkeitsstufe eingestellt. Im Idealfall, also wenn die mittlere grüne LED D 6 leuchtet, liegt an Pin 2 über dem Spannungsteiler aus R 14, R 16 und R 7 (Stufe 1) die halbe Betriebsspannung. Ist mit dem Spannungsteiler aus R 18, R 19 und R 20 an Pin 3 eine Spannung in gleicher Höhe eingestellt, befindet sich die Verstärkerschaltung im Gleichgewicht. Am Ausgang des IC 2 A an Pin 1 liegt dann ebenfalls die halbe Betriebsspannung, die auf die Auswerteschaltung aus IC 2 B und IC 1 gelangt. Diese besteht aus einer An-

ordnung von Komparatoren, die jeweils eine der Leuchtdioden D 1 bis D 11 entsprechend der Spannung an Pin 1 von IC 2 A ansteuern. Der effektive Aussteuerbereich der Anzeigschaltung liegt dabei etwa zwischen 2,8 V und 6,2 V. Der Schaltungs- teil mit IC 2 B und T 1 ist zusätzlich zur zehnstufigen LED-Auswerte- und Anzeigschaltung notwendig, um beidseits der grünen „Ziel-LED“ jeweils 5 LEDs anordnen zu können.

In der Praxis gelingt es nun aber nicht ohne weiteres, mit R 19 an Pin 3 des IC 2 A genau die halbe Betriebsspannung einzustellen, denn der Operationsverstärker versucht ständig, über den Gegenkoppelwiderstand die Differenz zwischen halber Betriebsspannung und der mit R 19 eingestellten Spannung auszugleichen. Über den Mitkoppelwiderstand R 17 und C 6 wird diese verstärkte Abweichung jedoch langsam auf Pin 3 zurückgeführt, wodurch die Spannungsdifferenz immer größer wird, sofern nicht mit R 19 gegengesteuert wird. Je größer der gewählte Gegenkoppelwiderstand ist, desto größer wird auch die Verstärkung des Operationsverstärkers und damit die Schwierigkeit, mit R 19 das Verhalten der Schaltung auszugleichen.

Die Spannungsversorgung der Schaltung erfolgt durch eine 9-V-Blockbatterie, deren Spannung mit C 1 gegen kurzzeitige Einbrüche durch die LED-Belastung gepuffert wird.

Nachbau

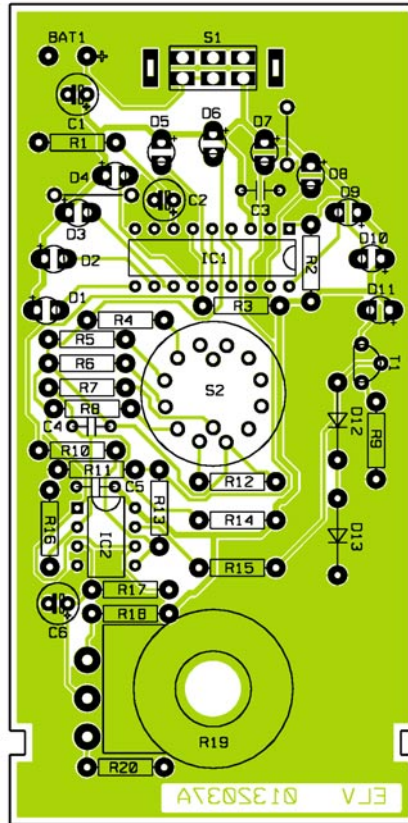
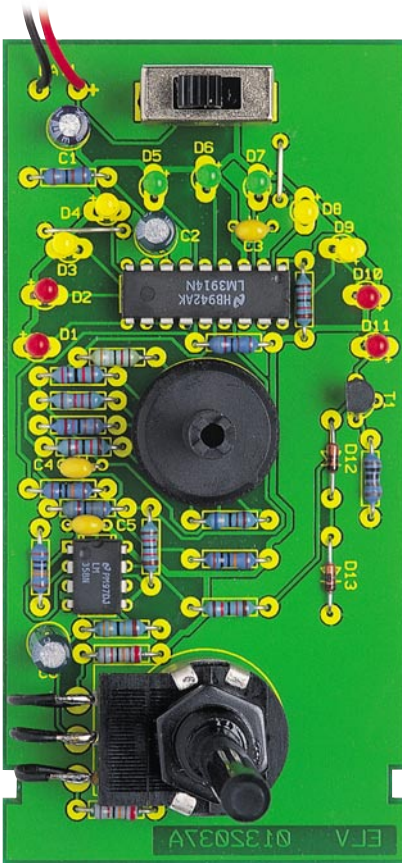
Der Nachbau erfolgt mit konventionellen Bauelementen auf einer einseitig zu bestückenden Platine mit den Abmessungen 108 x 54 mm.

Anhand der Stückliste und des Bestückungsplans beginnt die Bestückung mit dem Einsetzen der beiden Brücken, gefolgt von den Dioden, den Widerständen und den Kondensatoren (außer Elkos). Bei den Dioden ist auf die polrichtige Einbaulage zu achten (Gehäusering markiert die Katode).

Nach dem Verlöten der Anschlüsse auf der Lötseite sind überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider unmittelbar an den Lötstellen abzuschneiden, ohne diese dabei selbst zu beschädigen.

Nun erfolgt das Bestücken der ICs. Auch bei diesen ist auf die richtige Einbaulage laut Bestückungsplan zu achten (Gehäuserkerbe bzw. Punkt bei Pin 1). Danach sind die Elkos (polrichtig, Elkos sind am Minuspol gekennzeichnet), T 1, der Batterieclip sowie S 1 und S 2 zu bestücken.

Den Abschluss der Bestückung bilden die Leuchtdioden D 1 bis D 11. Sie sind ebenfalls polrichtig und in der farblichen Reihenfolge entsprechend Schaltung einzusetzen. Der längere Anschluss ist die Anode, er gehört in die mit Plus markierte



Ansicht der fertig bestückten Platine des FMT 100 mit zugehörigem Bestückungsplan

Bestückungsbohrung. Die LEDs sind mit einem Abstand von 14 mm (Oberkante des Diodenkörpers) zur Platine zu bestücken und exakt gerade ausrichten, um eine saubere Optik zu erreichen.

Als nächstes wird das Poti R 19 für die Montage vorbereitet. Hierzu werden drei 30-mm-Litzenstücke zugeschnitten und beidseitig 3 mm abisoliert. An jedem Anschlusspin von R 19 wird nun eines dieser Litzenstücke angelötet.

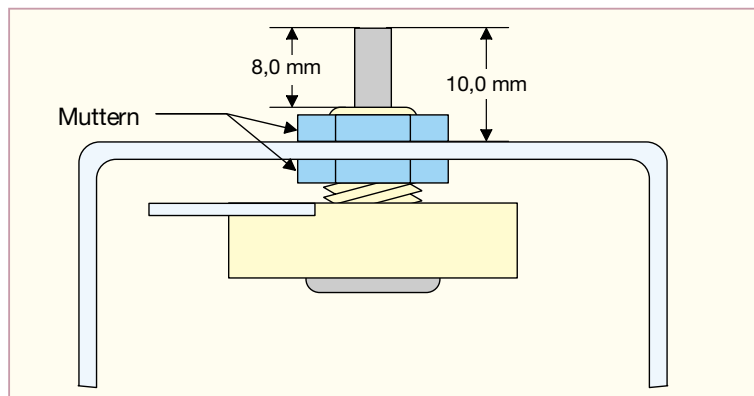
Jetzt folgt die Befestigung des Potis R 19 in der hierfür vorgesehenen Bohrung des Gehäuseoberteils. Dies erfolgt, wie in Abbildung 2 gezeigt, mittels zweier Muttern so, dass das Poti nicht weiter als 14 mm in das Gehäuse hineinragt, dieses Maß aber andererseits maximal ausnützt, um später ein möglichst bündiges Anliegen des Drehknopfes auf dem Gehäuse zu erreichen. Die drei 30-mm-Litzenstücke sind anschlie-

ßend in den zugehörigen Bohrungen der Platine zu verlöten.

Zur Montage des Gerätes wird nun die Platine kopfüber in das Gehäuseoberteil gelegt. Dabei müssen die Aussparungen der Platine in die Führungsnoppen des Gehäuses greifen. Nach dem polrichtigen Einlegen einer 9-V-Batterie erfolgt das Verschließen des Gehäuses durch Aufschieben des Gehäuseunterteils bis zum Anschlag. Dabei werden die Platine und die Batterie automatisch fixiert.

Abschließend sind die beiden Achsen von S 2 und Poti R 19 so weit zu kürzen, dass sie nicht mehr als 10 mm aus dem Gehäuse herausragen und mit den entsprechenden Drehknöpfen zu versehen. Der kleinere Knopf (ø 21 mm) gehört auf S 2 und der größere (ø 29 mm) auf das Poti R 19.

Bei letzterem sollte man den Pfeil der



**Bild 2:
Die Befestigung des Potis R 19**

Stückliste: Feinmotorik-Trainer FMT 100

Widerstände:

| | |
|-----------------------|------------------|
| 1kΩ | R9 |
| 1,8kΩ | R1 |
| 6,8kΩ | R12 |
| 8,2kΩ | R3, R11 |
| 12kΩ | R2, R8, R13, R15 |
| 18kΩ | R6 |
| 27kΩ | R5 |
| 39kΩ | R4 |
| 100kΩ | R10, R14, R16 |
| 120kΩ | R18, R20 |
| 270kΩ | R7 |
| 330kΩ | R17 |
| Poti, P06, 10kΩ | R19 |

Kondensatoren:

| | |
|-----------------|--------|
| 100nF/ker | C3-C5 |
| 1µF/100V | C2, C6 |
| 100µF/16V | C1 |

Halbleiter:

| | |
|-----------------------|----------------|
| LM3914 | IC1 |
| LM358 | IC2 |
| BC548C | T1 |
| 1N4148 | D12-D13 |
| LED, 3 mm, rot | D1-D2, D10-D11 |
| LED, 3 mm, gelb | D3-D4, D8-D9 |
| LED, 3 mm, grün | D5-D7 |

Sonstiges:

- Schiebeschalter, 2 x um, hoch, print
- Miniatur-Präzisionsdreheschalter, 2 x 6 Stellungen
- 1 9-V-Batterieclip
- 1 Sechskantmutter für Poti P06
- 1 Drehknopf, 29 mm, grau
- 1 Drehknopf, 21 mm, grau
- 1 Knopfkappe, 29 mm, grau
- 1 Knopfkappe, 21 mm, grau
- 1 Pfeilscheibe, 29 mm, grau
- 1 Pfeilscheibe, 21 mm, grau
- 2 Gewindestifte mit Spitze, M3 x 4 mm
- 1 Profilhäuse, glasklar, bearbeitet und bedruckt
- 1 Typenschild-Aufkleber
- 4 cm Schaltdraht, blank, versilbert
- 9 cm flexible Leitung, ST1 x 0,22 mm², schwarz

Pfeilscheibe entfernen, da dieser bei der Bedienung irritieren könnte.

Nach der Montage erfolgt eine Funktionsprobe des Gerätes. Nach dem Einschalten sollte eine der äußersten roten LEDs leuchten und das Licht sich bei Betätigen des Potis in die Drehrichtung bewegen.

Ist die Funktionsprobe zufriedenstellend verlaufen, kann das kleine Spielgerät für die erste Spielrunde in Betrieb genommen werden.

