

Postzugelassen

Telefonanlage EM 104

Eine Amtsleitung und vier Nebenstellen mit Impuls- und Mehrfrequenzwahl sind die Eckpfeiler dieser mikroprozessorgesteuerten Telefonanlage EM 104. Neben den postzugelassenen Fertigeräten besteht nun auch die Möglichkeit, diese innovative Anlage im Eigenbau zu erstellen.

Allgemeines

Die Telefonanlage EM 104 wurde erstmals im „ELV-Journal 5/92“ vorgestellt und hat sich seitdem zehntausendfach zur Zufriedenheit der Anwender bewährt. Die bis dato nur als Fertigerät zu beziehende EM 104 ist postzugelassen, d.h. sie verfügt über eine allgemeine Anschalteerlaubnis und ZZF-Nummer, d.h. sie darf als Endgerät an der TAE-Telefondose betrieben werden.

Aufgrund der großen Nachfrage nach

preisgünstigen, im Eigenbau zu erstellen den Telefonanlagen, stellen wir Ihnen nun hier die EM 104 auch als Bausatz vor. Dabei ist jedoch zu beachten, daß nur die vom zugelassenen Hersteller produzierten Fertigeräte die Postzulassung besitzen. Der Betreiber einer selbstgebaute EM 104 kann jedoch das gute Gefühl haben, bei richtigem Aufbau eine hochwertige, den Postbestimmungen entsprechende (aber nicht postzugelassene) Telefonzentrale sein eigen zu nennen mit all den Vorteilen, die ein solches Gerät bietet.

Die Leistungsmerkmale, Bedienung,

Funktion sowie Hinweise zur Installation der EM 104 sind im „ELVjournal“ 5/92 ausführlich dargelegt, so daß wir uns im vorliegenden Artikel auf die besonders interessante, derweil recht kompakte und übersichtliche Schaltungstechnik konzentrieren können.

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang noch, daß die im Eigenbau erstellte EM 104 nicht am öffentlichen Postnetz betrieben werden darf, obwohl die Schaltungstechnik der Bausatzversion mit dem Fertigerät vollkommen identisch ist.

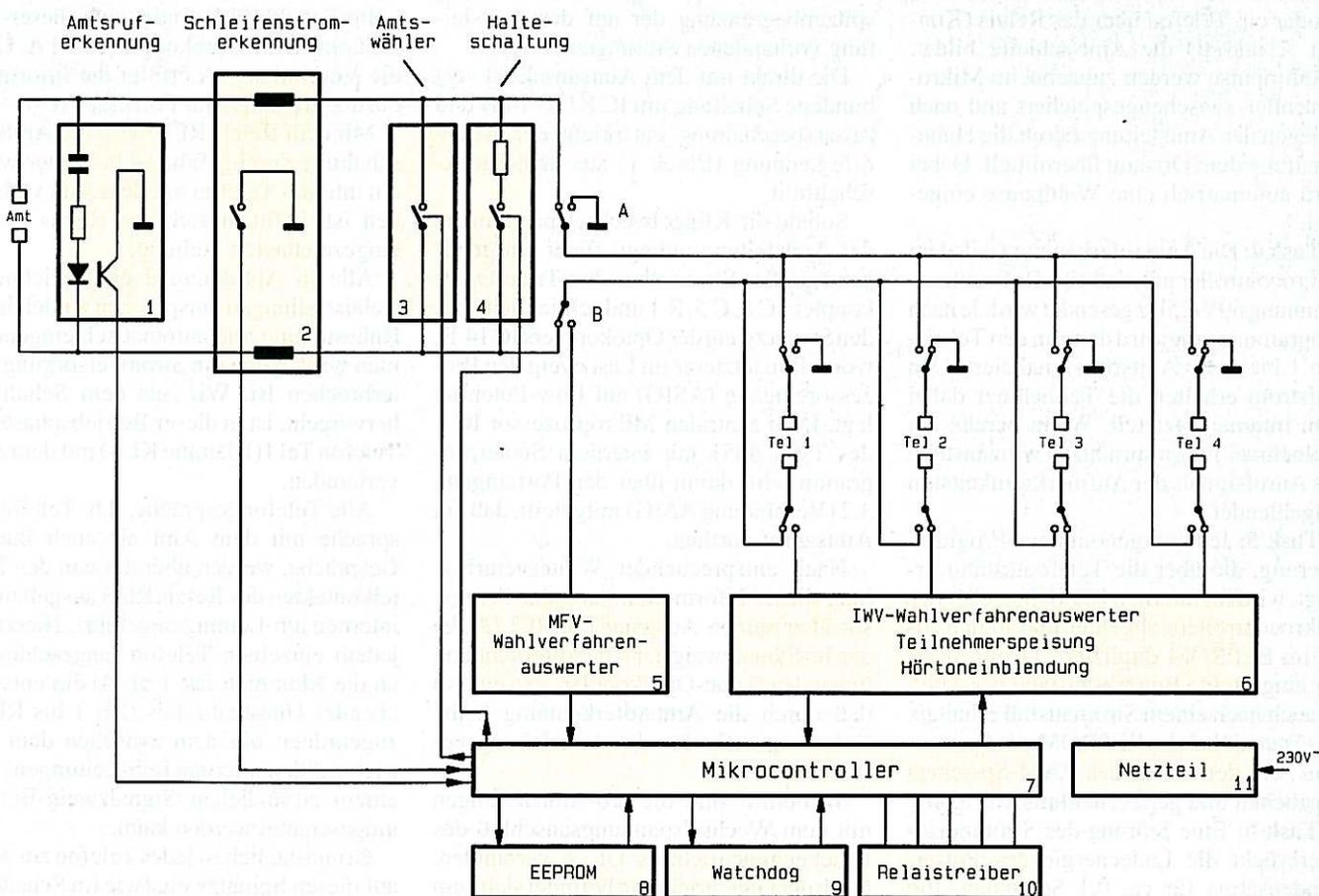
Wahlverfahren:	Impulswahl (IWV) oder Mehrfrequenzwahl (MFV) oder kombiniert.
Verbindungswege:	Amtsverbindungen und interne Verbindung.
Rückfrage:	Während eines Amtsgesprächs können interne Rückfragen erfolgen.
Gesprächsweiterleitung:	Das Amtsgespräch kann einem internen Teilnehmer übergeben werden (als Besonderheit auch ohne dessen Melden abzuwarten).
Rufnummernspeicher:	30 Kurzwahlruffnummern stehen bei IWV allen Teilnehmern zur Verfügung.
Amtsrufrisialisierung:	Jedes Telefon für Amtsrufsignalisierung ein- oder ausgeschaltet werden.
Amtsrufrverzögerung:	Es können für jedes Telefon bei Amtsanrufen 1 bis 10 Rufzyklen unterdrückt werden, bevor das Telefon klingelt.
Wiederanruf:	Telefon signalisiert z. B. nach Auflegen im Rückfragemodus das wartende Amtsgespräch.
Sammelruf:	Alle internen Teilnehmer werden gleichzeitig angerufen.
Aufmerksamkeitston:	Amtsanrufe werden während eines Gesprächs durch einen Aufmerksamkeitston signalisiert.
Gebührenimpulsdurchschaltung:	Bei Amtsgesprächen ist der Gebührenimpuls an der jeweiligen Nebenstelle auswertbar.
Amtsberechtigung:	Jeder Apparat kann wahlweise voll amtsberechtigt oder halbamtsberechtigt geschaltet werden.
Sonderfunktionen:	Betrieb mit Modem, Telefax oder Anrufbeantworter.
Stromversorgung:	Netzspannung 230 V, 4 W, unbegrenzter Speicherehalt bei Netzausfall.
Abmessungen (HxBxT):	220 x 160 x 60 mm.

In Tabelle 1 sind die Haupt- Funktionsmerkmale der EM 104 übersichtlich zusammengestellt.

Schaltung

Zur besseren Übersicht soll die wesentliche Funktionsweise der EM 104 zunächst

Bild 1: Blockschaltbild der Telefonanlage EM 104



anhand eines Blockschaltbildes erläutert werden, um anschließend die detaillierte Schaltungsbeschreibung vorzunehmen.

Blockschaltbild

In Abb. 1 ist das Blockschaltbild der EM 104 dargestellt, das sich im wesentlichen in elf Funktionsblöcke aufteilen läßt:

- Block 1: Amtsruf-erkennung
- Block 2: Schleifenstrom-erkennung
- Block 3: Amtswähler
- Block 4: Halteschaltung
- Block 5: MFV-Wahlverfahrensauswerter
- Block 6: IWV-Wahlverfahrensauswerter inkl. Teilnehmerspeisung und Hör-toneinblendung
- Block 7: Mikrocontroller
- Block 8: EEPROM
- Block 9: Watchdog
- Block 10: Relaistreiber
- Block 11: Netzteil

Die moderne Mikroprozessortechnik macht es möglich, daß auch kleine und dennoch preiswerte Telefonanlagen eine außerordentlich große Zahl anwenderfreundlicher Komfortmerkmale bieten.

Sämtliche Ereignisse, die in geeignete Eingangssignale für den zentralen Mikrocontroller umgesetzt werden, wie z.B. ein Amtsruf, das Abheben eines Hörers, der Beginn der Rufnummernwahl oder auch ein Stromausfall, können zu nicht vorher-

sehbaren Zeitpunkten eintreten. Der Mikrocontroller muß daher nach einem vorgegebenen Zeitraster alle Signalquellen der Reihe nach abtasten, die dadurch bedingten Folgesteuern veranlassen und gleichzeitig wieder neue mögliche Signale erfassen.

Die Steuerungssoftware für die gesamte Ablaufsteuerung ist deshalb in einem Echtzeit-Betriebssystem realisiert, das die notwendigen Funktionen in sogenannte „Tasks“ unterteilt. Die Funktionen dieser Tasks sollen nachfolgend näher beschrieben werden:

Task 1: Erkennen, ob ein Hörer abgehoben wurde, die Teilnehmernummer und das Wahlverfahren ermitteln, gegebenenfalls umsteuern auf den entsprechenden Wahlverfahrensauswerter, die gewählte Rufnummer abspeichern bzw. auswerten und die gewünschte Funktion ausführen (z.B. Belegen der Amtsleitung).

Task 2: Erzeugen von Hörzeichen. Eine eindeutige Bedieneroberfläche bewirkt die synchrone Hörzeichengabe, z.B. ein Internruf startet immer mit der Rufphase, danach folgt die Pause.

Task 3: Schleifenstromerkennung und Erzeugung von Wählimpulsen. Ein Schleifenstrom wird erkannt, wenn die Halteschaltung (Block 4) oder ein Telefon über das Relais (Kontakt A und B) die Amtsschleife bildet. Wählimpulse werden zunächst im Mikrocontroller zwischengespeichert und nach Belegen der Amtsleitung durch die Halteschaltung dem Ortsamt übermittelt. Dabei wird automatisch eine Wahlpause eingefügt.

Task 4: Die Amtsrufenerkennung teilt dem Mikrocontroller mit, daß eine Rufwechselspannung 60V/25Hz gesendet wird. Je nach Programmierung wird dann an den Telefonen 1 bis 4 der Amtsruf signalisiert. Den Rufstrom erhalten die Teilnehmer dabei vom internen Netzteil. Wenn bereits ein Teilnehmer intern spricht, so wird anstelle des Anrufsignals der Aufmerksamkeitsston eingeblendet.

Task 5: Jede vorgenommene Programmierung, die über die Telefontastatur erfolgt, wird im internen RAM-Speicher des Mikrocontrollers abgelegt und gleichzeitig im EEPROM dupliziert. Damit bleibt der eingestellte Betriebszustand der Anlage auch nach einem Stromausfall erhalten. Der Dateninhalt im EEPROM wird permanent mit den Daten des RAM-Speichers verglichen und gegebenenfalls korrigiert.

Task 6: Eine Störung des Stromnetzes überbrückt die Ladeenergie des Pufferkondensators für ca. 0,1 Sekunden. Bei längerem Stromausfall kann die absinken-

de Versorgungsspannung im Mikrocontroller einen Programmabsturz verursachen. Dies wird zuverlässig von der integrierten Watchdog-Schaltung detektiert. Nach Wiederkehr der Spannung führt die Watchdog-Schaltung einen Neustart durch, bei dem zuerst der Programmierzustand aus dem EEPROM wieder eingelesen wird. Auf diese Weise bleibt der eingestellte Betriebszustand der Anlage unverändert, und die sichere Funktion der Ablaufsteuerung ist auch nach einem Stromausfall garantiert.

Detail-Schaltung

In Abbildung 2 ist das ausführliche Schaltbild der EM 104 dargestellt.

Im oberen linken Schaltbildbereich befindet sich die Klemme KL 5, an der die Amtsleitung (z.B. aus einer nicht an das Postnetz angeschlossenen privaten Nebstellenanlage) angeschlossen wird. Wahlweise kann der Amtsanschluß auch über den Steckverbinder ST 1 in Verbindung

EM 104: Prozessortechnik aufgebaut auf einer kompakten 120 x 128 mm messenden Leiterplatte

mit der beiliegenden Anschlußschnur erfolgen.

Der VDR-Widerstand V1 dient zur Störspitzenbegrenzung der auf der Amtsleitung vorhandenen Störungen.

Die direkt mit dem Amtsanschluß verbundene Schaltung um IC 8 / IC 14 B und Zusatzbeschaltung entspricht der Amtsrufenerkennung (Block 1) aus dem Blockschaltbild.

Sobald die Klingelwechselspannung an der Amtsleitung anliegt, fließt ein genügend großer Strom über den Triac-Optokoppler IC 8, C 5, R 1 und schließlich über den Steuerzweig des Optokopplers IC 14 B, woraufhin letzterer im Lastzweig den Prozessoreingang (ASIG) auf Low-Potential legt. Dem zentralen Mikroprozessor IC 1 des Typs 8051 mit internem Steuerprogramm wird damit über den Porteingang 3.2 (Verbindung ASIG) mitgeteilt, daß ein Amtsanruf vorliegt.

Nach entsprechender Weiterverarbeitung dieser Information kann der Prozessor über seinen Ausgang Port 0.2 (ASE) den im Steuerzweig der Amtsrufenerkennung liegenden Triac-Optokoppler sperren, so daß durch die Amtsrufenerkennung keine Belastung mehr für die Amtsleitung besteht.

Weiterhin sind die a/b-Amtsleitungen mit dem Wechselspannungsanschluß des Brückengleichrichters GL 1 verbunden. Nach der Gleichrichtung befindet sich zum einen mit IC 10 A und Zusatzbeschaltung

ein Kurzschlußschalter, zum anderen ist mit IC 10 B und R 5 eine schaltbare, definierte Belastung vorhanden.

Der Kurzschlußschalter, bestehend aus dem Optokoppler IC 10 A, wird vom Prozessor IC 1 über die Verbindung K 1 gesteuert und dient zur Wählimpulsenerzeugung.

Damit eine bestehende Amtsverbindung nicht unterbrochen wird, ist es z.B. bei Rückfragen erforderlich, den Haltestrom aufrechtzuerhalten, auch wenn kein Telefon auf das Amt durchgeschaltet ist. Diese Aufgabe übernimmt die Halteschaltung um IC 10 B, wobei R 5 zur Begrenzung des Stromes dient. Auch die Halteschaltung wird vom Mikroprozessor IC 1 über die Verbindung K 2 vom Prozessorport 0.1 aus gesteuert.

Bevor die vom Amtsanschluß kommenden a/b-Leitungen auf die Umschaltkontakte des Relais RE 5 gelangen, werden sie über die Erregerwicklungen des Schleifenrelais RE 7 geführt. Dieses spezielle Telekommunikations-Relais dient zur Detektierung von Amtsverbindungen. Nur wenn durch beide Erregerwindungen ein Gleichstrom fließt, ist der zugehörige Relaiskontakt geschlossen.

Im Schaltbild befindet sich dieser Relaiskontakt am Optokoppler IC 14 A. Über die Verbindung IA erfolgt die Informationsübertragung zum Prozessor IC 1.

Mit dem Relais RE 5 wird die Amtsschaltung durchgeführt, d.h. immer wenn ein internes Telefon mit dem Amt verbunden ist, befindet sich das Relais in der eingezeichneten Stellung.

Alle in Abbildung 2 eingezeichneten Relaisstellungen entsprechen zugleich der Ruhstellung, die automatisch eingenommen wird, wenn die Stromversorgung unterbrochen ist. Wie aus dem Schaltbild hervorgeht, ist in dieser Betriebsphase das Telefon Tel 1 (Klemme KL 1) mit dem Amt verbunden.

Alle Telefongespräche, d.h. Telefongespräche mit dem Amt als auch interne Gespräche, werden über die von den Mittelkontakten des Relais RE 5 ausgehenden internen a/b-Leitungen geführt. Hierzu ist jedem einzelnen Telefon (angeschlossen an die Klemmen KL 1 bis 4) ein entsprechendes Umschaltrelais (RE 1 bis RE 4) zugeordnet, mit dem zwischen dem Betrieb auf den internen (a/b-Leitungen) und einem zusätzlichen Signalzweig-Betrieb umgeschaltet werden kann.

Grundsätzlich ist jedes Telefon zunächst auf diesen Signalzweig (wie im Schaltbild bei Tel 2 - Tel 4 eingezeichnet) geschaltet.

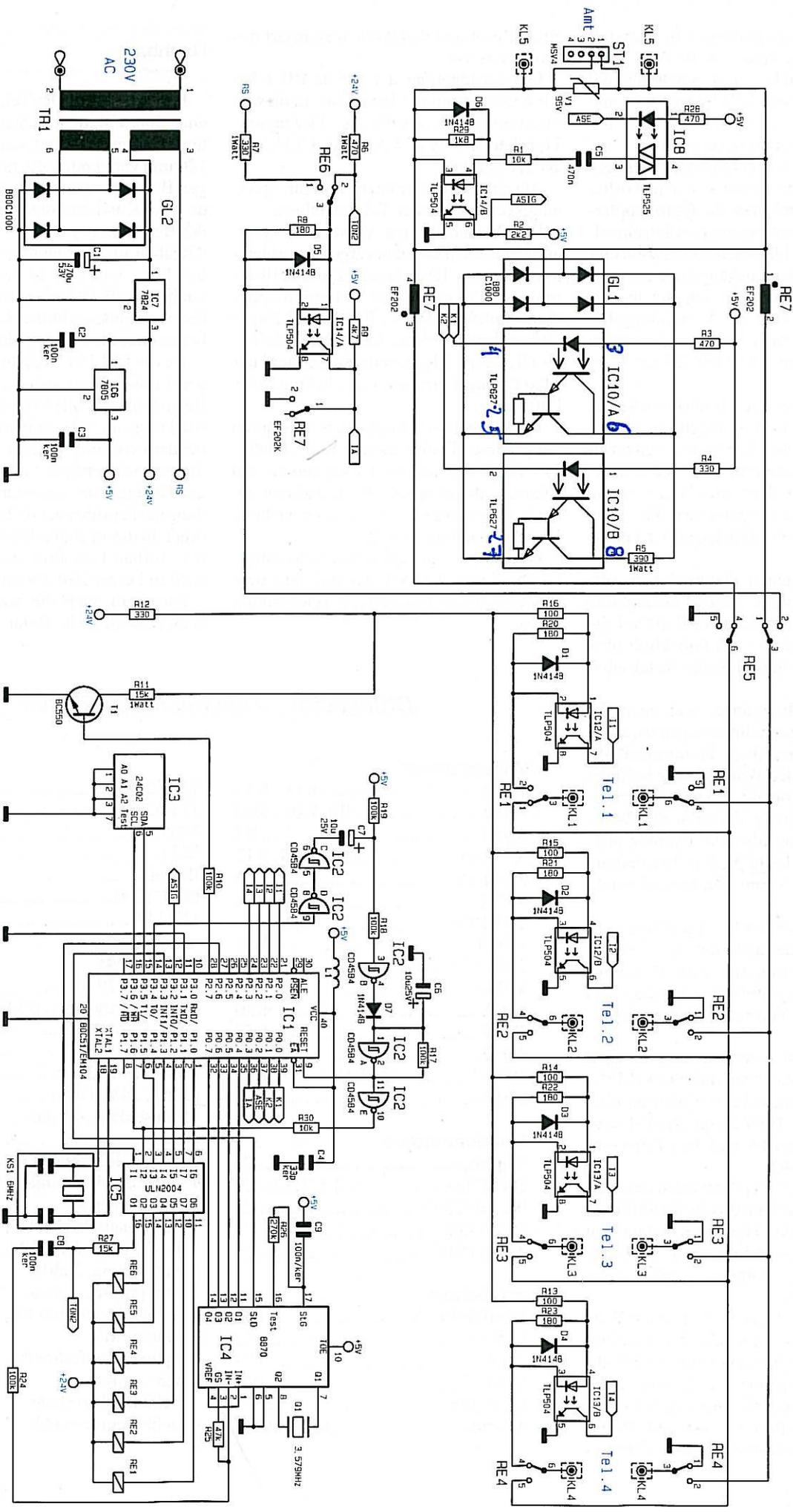


Bild 2:
Schaltbild
der EM 104

Jedes Telefon wird in diesem Betriebsfall durch die jeweils links von der Anschlußklemme befindliche Zusatzschaltung, die Entkoppelwiderstände R 13 bis R 16 und schließlich über den Widerstand R 12 mit der 24 V DC-Spannung versorgt.

Wird ein Hörer abgenommen, so detektiert der Mikroprozessor den nun vorliegenden Stromfluß über die Optokopplerschaltung, die jeweils links von den einzelnen Telefonanschlüssen im Schaltbild eingezeichnet ist. Der Ausgangstransistor des jeweiligen Optokopplers schaltet hierbei durch und legt über die Verbindungsbezeichnungen I 1 bis I 4 den zugehörigen Prozessoreingang P 2.0 bis P 2.3 auf Masse.

In der Betriebsphase „Telefon noch nicht auf die internen a/b-Leitungen geschaltet“ kann der Prozessor bestimmte Statuszeichen an das abgenommene Telefon übersenden. Dies ist z.B. erforderlich, wenn ein Besetztsymbol auszugeben ist, d.h. wenn der gewünschte Gesprächspartner bereits telefoniert.

Die verschiedenen Statuszeichen werden vom Mikroprozessor IC 1 erzeugt und gelangen vom Port 2.7 über R 10 auf die Basis des Transistors T 1 und damit über R 11 auf die angeschlossene Telefonleitung.

Interne Wählvorgänge, wie auch die Übermittlung eines Klingelzeichens, erfolgen ausschließlich über die internen a/b-Leitungen. Für den Wählvorgang befindet sich der Relaiskontakt RE 6 in der eingezeichneten Stellung, wodurch die 24 V-Betriebsspannung über die Optokoppler-Eingangsdioden des IC 14 A in Verbindung mit R 8 und D 5 auf den Relaiskontakt RE 5/2 gelangt.

Bei entsprechender Relaisstellung können die vom durchgeschalteten Telefon erzeugten Wählimpulse vom Prozessor über die Ausgangsstufe des Optokopplers IC 14 A und die Verbindung IA ausgewertet werden.

Ist ein Telefon angeschlossen, das nach dem Mehrfrequenzwahlverfahren (MFV) arbeitet, so können diese Wähltöne über die Verbindung TON 2 vom MFV-Decoder IC 4 ausgewertet und dem Prozessor übermittelt werden.

Beim IC 3 des Typs 24C02 handelt es sich um das aus dem Blockschaltbild bekannte EEPROM. Hier wird neben den möglichen Kurzwahlnummern auch der gewünschte Amtsstatus eines jeden Telefons gespeichert.

Mit IC 2 des Typs CD4584 ist die Watchdog-Schaltung aufgebaut, deren Aufgabe bereits in der Beschreibung des Blockschaltbildes dargelegt ist. Sobald durch äußere Einwirkung der Steuertakt des Prozessors IC 1 am Port 3.4 ausbleibt, nimmt die Watchdog-Schaltung durch IC 2 (Pin 2)

einen Reset und damit einen Neustart des Prozessors vor.

Die Ansteuerung der Relais RE 1 bis RE 6 übernimmt der Prozessor. In diesem Zusammenhang arbeitet das Darlington-Transistor-Array IC 5 des Typs ULN 2004 als Treiberstufe.

Abschließend kommen wir zur Spannungsversorgung der Telefonanlage.

Die drei benötigten Versorgungsspannungen werden über den vergossenen Netztransformator TR 1 erzeugt. Zur Stabilisierung der 5 V- und der 24 V-Betriebsspannung dienen die Regler ICs 6 und 7. Zuvor nimmt der integrierte Brückengleichrichter GL 2 eine Gleichrichtung vor, und der Elko C1 sorgt für die nötige Siebung bzw. Pufferung.

Die Klingelwechselspannung wird durch die separate Trafowicklung (Anschluß 3/4) erzeugt und auf die DC-Spannung am Elko C1 aufgekoppelt damit dadurch am Netzteilanschluss RS eine ausreichend hohe Klingelspannung anliegt.

Nach dieser ausführlichen Schaltungsbeschreibung wenden wir uns nun dem Nachbau dieser innovativen Telefonanlage zu.

Nachbau

Für den Aufbau der Telefonanlage wird eine doppelseitig durchkontaktierte Leiterplatte mit den Abmessungen 128 mm x 120 mm verwendet. Zuerst sind die niedrigen Bauelemente wie Dioden, Widerstände und Kondensatoren einzusetzen. Bei der Bestückung geht man genau nach den Angaben im Bestückungsplan und in der Stückliste vor. Dies ist deshalb besonders wichtig, weil die Leiterplatte aufgrund der hier verwendeten Industrieausführung selber keinen Bestückungsdruck trägt.

Da die EM 104 zunächst nur als Fertigergerät mit Postzulassung geplant war und Bestückungs-Vollautomaten keinen Bestückungsdruck benötigen, haben wir uns bei der Fertigung der Bausätze an die qualitativ hochwertigen Serien-Leiterplatten der Fertigergeräte „angehängt“. In Verbindung mit dem übersichtlichen Bestückungsdruck in dieser Bauanleitung sollte jedoch der Aufbau kein Problem darstellen und wird in kurzer Zeit auszuführen sein.

Nachdem auch die weiteren passiven Bauelemente wie Relais, Klemmleiste,

Stückliste: Telefonanlage EM104

Widerstände:

100Ω	.....	R13 - R16
180Ω	.....	R8, R20 - R23
330Ω	.....	R4
330Ω/1W	.....	R7, R12
390Ω/1W	.....	R5
470Ω	.....	R3, R28
470Ω/1W	.....	R6
1,8kΩ	.....	R29
2,2kΩ	.....	R2
4,7kΩ	.....	R9
10kΩ	.....	R1, R30
15kΩ	.....	R11, R27
47kΩ	.....	R25
100kΩ	.....	R10, R17-R19, R24
270kΩ	.....	R26

Kondensatoren:

33pF/ker	.....	C4
100nF/ker	.....	C2, C3, C8, C9
0,47µF/250V	.....	C5
10µF/35V	.....	C6, C7
470µF/50V	.....	C1

Halbleiter:

EM104/90C51	.....	IC1
CD4584	.....	IC2
24C02	.....	IC3
8870	.....	IC4
ULN2004	.....	IC5
TLP504	.....	IC12 - IC14

TLP525	.....	IC8
TLP627-2	.....	IC10
7805	.....	IC6
7824	.....	IC7
BC550C	.....	T1
B80C1000	.....	GL1, GL2
1N4148	.....	D1 - D7

Sonstiges:

Quarz, 3,579 MHz	.....	Q1
Keramikschringer, 6 MHz	.....	KS1
VDR, 95 V	.....	V1
Drossel	.....	L1
Relais, 24V, 2xum	.....	RE1 - RE5
Relais, 24V, 1xum	.....	RE6
Stromschleifen-Relais	.....	RE7
Trafo	.....	TR1
5 Schraubklemmleisten, 20pol		
1 AMP-Steckverbinder, 4pol		
1 Kühlkörper		
1 Telefonanschlußkabel, TAE-Stecker/AMP-Stecker, 1,5 m		
1 Netzleitung, 2adrig		
5 Knippingschrauben, 2,9 x 12mm		
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm		
1 Mutter, M3		
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 45mm		
1 Gehäuseoberschale		
1 Gehäuseunterschale		

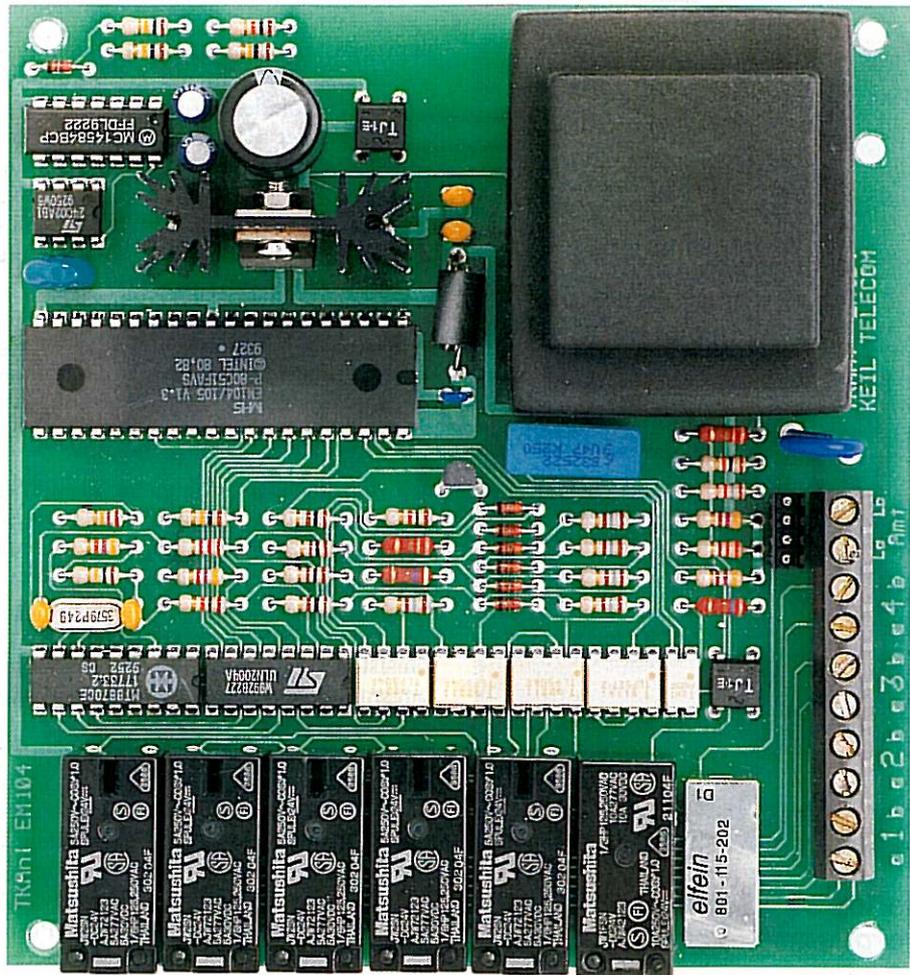


Foto der fertig aufgebauten Leiterplatte mit zugehörigem Bestückungsplan

Steckverbinder usw. eingelötet sind, folgt der Einbau der Halbleiter (ICs, Optokoppler). Die Spannungsregler IC 6, 7 werden zuerst mit dem Kühlkörper verschraubt. Auf jeder Kühlkörperseite wird ein Regler angelegt, und anschließend erfolgt die gemeinsame Verschraubung mit der beiliegenden M3-Schraube und Mutter. Die so entstandene Einheit wird nun in die Leiterplatte eingesteckt und angelötet.

Es folgt die Montage des Netztrafos, um anschließend auf der Unterseite der Leiterplatte an den rechteckigen Löt pads unterhalb des Netztransformators die Netzleitung anzulöten.

Bevor die fertig bestückte Leiterplatte in die Gehäuseunterschale eingesetzt wird, empfiehlt sich nochmals eine sorgfältige Kontrolle der Bestückungsarbeiten. Insbesondere ist hierbei auf die Polarität der Elkos, ICs und Dioden zu achten.

Als dann wird die Leiterplatte in die Gehäusehalbschale eingesetzt (auf die korrekte Führung der Netzleitung im Bereich der im Gehäuse integrierten Zugentlastung achten!) und mit den beiliegenden Knippschrauben festgeschraubt.

Die Telefonanlage EM 104 ist nun soweit fertiggestellt und kann nach der Installation und dem Aufsetzen und Verschrauben des Gehäusedeckels ihren Dienst aufnehmen.

Hinweise zur Installation und zur Bedienung sind, wie bereits angesprochen, in dem entsprechenden Artikel im „ELVjournal“ 5/92 gegeben, sowie in der jedem Bausatz beiliegenden ausführlichen Bedienungsanleitung.

Wichtige Hinweise:

Wir weisen daraufhin, daß Aufbau und insbesondere auch die Inbetriebnahme und die Montage der Telefonanlage EM 104 aufgrund der darin freigeführten Netzspannung nur von Fachkräften durchgeführt werden darf, die aufgrund ihrer Ausbildung dazu befugt sind. Die einschlägigen VDE-, Sicherheits- und Postbestimmungen sind zu beachten!

Der Anschluß einer selbstgebauten EM 104 an das öffentliche Postnetz ist nicht erlaubt und kann strafrechtliche Folgen nach sich ziehen!

