



ISDN-Tester

Mit dieser kleinen Schaltung läßt sich auf einfache Weise die ISDN-Verkabelung in der Wohnung überprüfen. Zusätzlich beschreibt dieser Artikel die grundlegende Funktion und Verkabelungstechnik dieser modernen Kommunikationsschnittstelle.

Allgemeines

Das ISDN-Netz stellt verschiedene und unterschiedliche Telekommunikationsdienste wie Sprache, Text, Bildtelefon und Datenübertragung zur Verfügung. Die Abkürzung ISDN ergibt sich aus der englischen Bezeichnung *Integrated Services Digital Network*. Bereits im Jahr 1982 begann die damalige Deutsche Bundespost mit der Digitalisierung der bis dahin noch elektromechanischen Vermittlungstechnik.

Die digitalen Vermittlungs- und Übertragungssysteme waren Voraussetzung für die ab 1994 beginnende Einführung der ISDN-Schnittstelle zum Endgeräteanschluß. Zunächst handelte es sich um das nationale ISDN mit dem 1TR6-Protokoll. Kurz darauf wurde in 17 europäischen Staaten das Euro-ISDN eingeführt, das sich vom nationalen ISDN-Standard lediglich durch ein anderes Protokoll (DSS1) auf der Teilnehmeranschlußleitung und einige neue Features unterscheidet.

Mittlerweile ist im gesamten Bundesgebiet flächendeckend die Digitalisierung der Vermittlungsstellen abgeschlossen, wo-

Bild 1: Unterschiedliche Anschlußarten des Netzabschlusses NT an die Teilnehmervermittlungsstelle

durch die Umstellung jedes analogen Anschlusses auf ISDN möglich ist. Ein großer Vorteil ist, daß sich die bisherige 2adrige Anschlußleitung ohne Veränderung weiter nutzen läßt. Beim Kunden wird nur ein Netzabschluß NT installiert, der eine 2-Draht-4-Draht-Umsetzung vornimmt.

Für die Prüfung der hausinternen Verkabelung ist der in diesem Artikel beschriebene ISDN-Tester entwickelt worden, der unterschiedliche Funktionen der S0-Schnittstelle, die wir im Kapitel Bedienung und Funktion beschreiben, prüft.

ISDN-Grundlagen

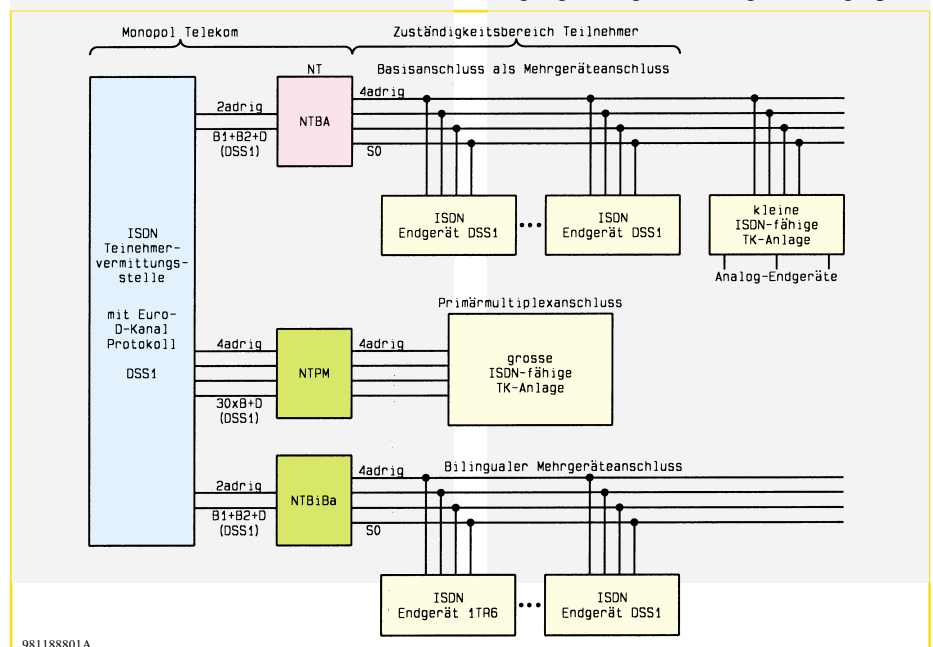
Die Telekom bzw. der Netzbetreiber nutzt für die Datenübertragung eine 2- bzw. 4adrige Leitung, die zur Anpassung an unterschiedliche hausinterne Schnittstellen den bereits erwähnten ISDN-Netzabschluß NT (Network Termination) erforderlich macht.

Im Euro-ISDN sind für die unterschiedlichen Anforderungen entsprechende Anschlußarten definiert, die jeweils einen entsprechenden NT benötigen. Abbildung 1 zeigt die verschiedenen Anschlußvarianten des Netzabschlusses NT an die Teilnehmervermittlungsstelle nach dem Euro-ISDN-Standard.

Für den Basisanschluß (S0-Standard-Schnittstelle) wird ein NTBA als Netzabschluß benötigt. Der bei größeren Telekommunikations- oder Datenverarbeitungsanlagen erforderliche Primärmultiplexanschluß benötigt einen NTPM-Netzabschluß. Der bilinguale Anschluß, der sowohl das 1TR6 als auch das DSS1-(Euro ISDN)Protokoll verarbeitet, benötigt einen NTBiBa-Netzabschluß.

Abbildung 2 zeigt das Prinzipschaltbild des Standard-NTBAs und die Anschaltung verschiedener ISDN-Endgeräte. Die Teilnehmervermittlungsstelle tauscht über eine 2-Draht-Leitung die Daten mit dem NTBA aus. Gleichzeitig erfolgt die Spannungsversorgung für den NTBA und maximal ein Endgerät über das gleiche Leitungspaar mit Hilfe einer Phantomspeisung.

Das digitale Nutzsignal (gleichstromfrei) gelangt über den 2- bis 4-Draht-Umsetzer zu den Sende- und Empfangsübertragern (bidirektional). Zwei weitere Übertrager nehmen die galvanische Trennung der Sende- und Empfangsleitungen vor. An den Mittelanzapfungen der Übertrager wird die 40V-(+5%..-15%)Gleichspannung für die Versorgung der digitalen Endgeräte eingespeist.



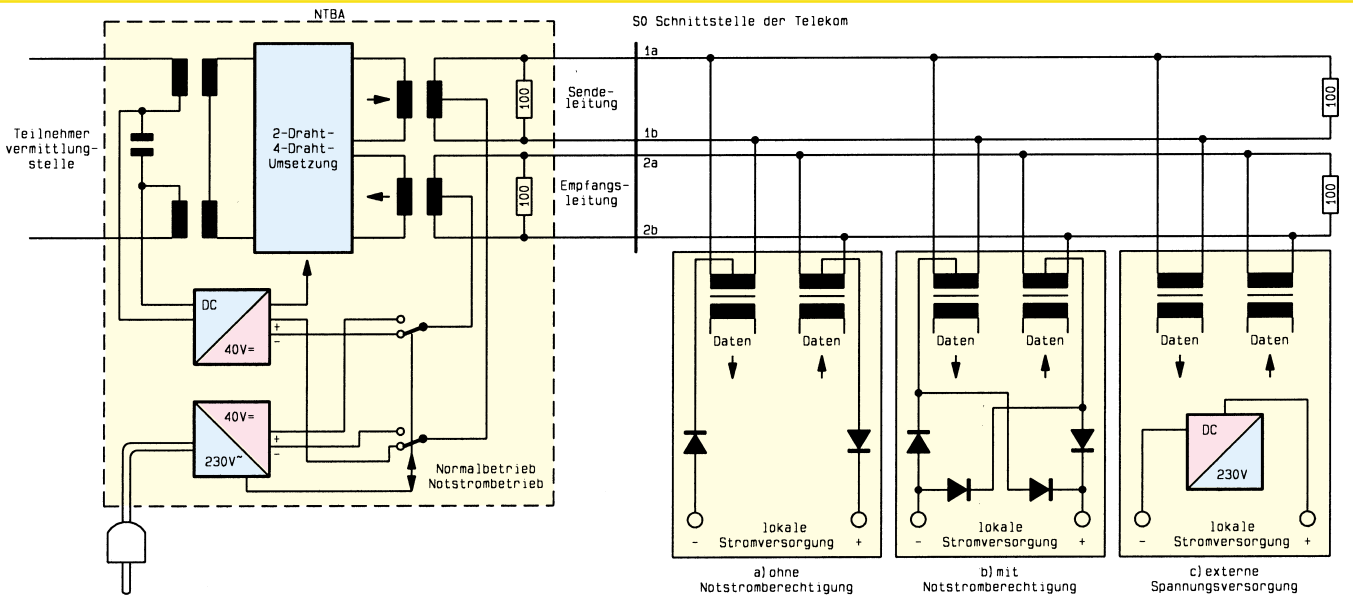


Bild 2: Prinzipschaltbild des Standard-NTBA und die Anschaltung verschiedener ISDN-Endgeräte: a) bei aktiver lokaler Spannungsversorgung, b) im Normal- und Notstrombetrieb und c) mit einer Spannungsversorgung z. B. PC.

Die digitale Datenübertragung erfolgt mit relativ steilen Flanken, so daß am Ende von offenen (hochohmigen) Leitungen entsprechende Leitungsreflexionen auftreten, die das Nutzsignal verfälschen können. Aus diesem Grund ist an den Differenzsignalleitungen an beiden Seiten ein Leitungsschlußwiderstand von 100 Ω erforderlich.

Die Auskopplung der Gleichspannung am NTBA erfolgt mit Hilfe eines Kondensators, der für die anliegende Gleichspannung einen nahezu unendlichen Innenwiderstand besitzt, aber die Übertragung des Wechselstromes erlaubt. Über einen DC/DC-Wandler versorgt die Gleichspannung den 2- bis 4-Draht-Umsetzer und, sofern die lokale Stromversorgung nicht aktiviert ist, auch den S0-Bus. Sobald die lokale Stromversorgung aktiviert ist, kehrt sich

Der ISDN-Basisanschluß besteht aus zwei unabhängigen Basiskanälen B1 und B2 sowie einem ständig verfügbaren Signalisierungskanal D. Die Basiskanäle B1 und B2 haben jeweils eine Übertragungskapazität von 64 kbit/s und dienen der gemultiplexten Übermittlung der Sprach- und Dateninformationen. Der D-Kanal mit einer Datenrate von 16 kbit/s dient als Steuerkanal, der die gesamte Verbindungssteuerung übernimmt.

Der nächstgrößere Anschluß ist der Primärmultiplexanschluß, der 30B-Kanäle mit jeweils einer Übertragungsrate von 64 kbit/s und einen D-Kanal mit ebenfalls 64 kbit/s zur Verfügung stellt.

selbsttaktend sein muß und somit der Empfänger regelmäßig die Möglichkeit der Synchronisation haben muß, wird bei mehr als 5 logischen Einsen eine 0 eingefügt.

Die Übertragungsraten der beiden B-Kanäle der S0-Schnittstelle beträgt jeweils 64 kbit/s. Zusammen mit dem D-Kanal (16 kbit/s) und den Bits für Wartung und Synchronisation (48 kbit/s), die für den Teilnehmer nicht nutzbar sind, ergibt sich daraus eine Übertragungsraten von 192 kbit/s und somit eine Bitzeit von ca. 5,2 µsec.

Ist nach dem Verbindungsabbau für min. 10 Sekunden keine Aktivität mehr zu verzeichnen, wird die Schnittstelle in den Power-Down-Mode (nur Gleichspannung ohne Modulation) versetzt, um die Leistungsaufnahme zu minimieren.

Datenübertragung im ISDN-Netz

In beiden Richtungen der S0-Schnittstelle werden die Daten (Bitströme) in einem modifizierten AMI-Code übertragen, der auch als „Pseudoternär-Code“ bezeichnet wird. Dabei werden eine binäre „1“ als 0 V und eine binäre „0“ abwechselnd als positive oder negative (+1 oder -1) Leitungssignale dargestellt. Die Bezeichnung „pseudoternär“ drückt aus, daß die binäre 0 und 1 durch drei mögliche Zustände (+1, 0, -1) dargestellt werden. Die Zustände +1 und -1 stellen den gleichen logischen Zustand dar, in diesem Fall die binäre Null, dargestellt wird, allerdings mit wechselnder Polarität. Elektrisch werden die Zustände, wie auch Abbildung 3 zeigt, mit 0 V (binäre 1) bzw. +750 mV oder -750 mV (binäre 0) dargestellt.

ISDN-Verkabelung

Der S0-Bus ist grundsätzlich als Linienbus aufgebaut. Dennoch ist es möglich, bei kurzen Leitungslängen auch eine sternförmige Verkabelung vorzunehmen. Abbildung 4 zeigt die typische Verkabelung des S0-Busses. Im NTBA sollten die 100 Ω Abschlußwiderstände immer aktiviert sein, um einen korrekten Busanschluß zu gewährleisten. Die hier angegebene max. Leitungslänge von 150 m bzw. 10 m für die Stichleitungen kann je nach Kabelkapazität differieren.



Bild 3: Pseudoternäre Codierung auf dem S0-Bus

automatisch die Polarität der Gleichspannung am S0-Bus um.

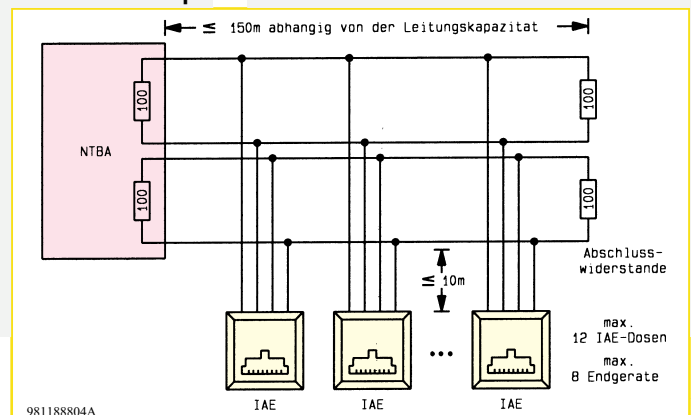
Die lokale Spannungsversorgung reicht i. d. R. für bis zu 4 Endgeräte aus. Im Notstrombetrieb muß der Betriebsstrom allein durch die Vermittlungsstelle bereitgestellt werden und reicht für nur ein notspeiseberechtigtes Endgerät.

Die Auswahl der Notspeiseberechtigung erfolgt an den Endgeräten. Wie aus Abbildung 2 zu ersehen ist, ist das Endgerät „a“ nur im Normalbetrieb funktionsfähig, während das Endgerät „b“ zusätzlich notspeiseberechtigt ist. Im Notstrombetrieb ist weiterhin das Telefonieren gewährleistet, allerdings ist bei den Komfortmerkmalen mit Einschränkungen zu rechnen. Viele ISDN-Endgeräte, wie z. B. PC-Einsteckkarten oder ISDN-Faxgeräte verfügen über eine eigene Spannungsversorgung, so daß dadurch die Belastung des NTBA geringer ist.

Durch die alternierende Darstellung der logischen „0“ ist das Gesamtsignal gleichstromfrei, um eine Übermittlung der Daten mittels Übertrager zu ermöglichen.

Da der Code

Bild 4: Typische Anschaltung einer Punkt- zu Mehrpunktinstallation



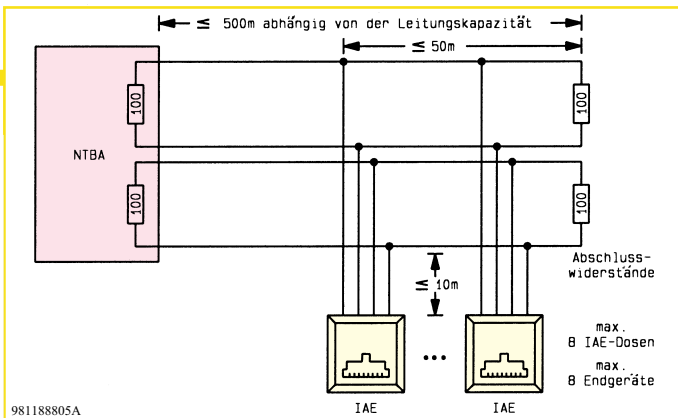


Bild 5: Der verlängerte passive S0-Bus erlaubt größere Abstände zwischen dem NTBA und den TAE-Anschlußdosen

noch die 8poligen IAE-(Western Modular) Buchsen verwendet, während früher (hauptsächlich beim nationalen ISDN) auch noch die 8poligen TAE-Steckverbinder Verwendung fanden.

Als Abschlußwiderstände können handelsübliche 100Ω-(±5%)Widerstände eingesetzt werden, die auch in der letzten Anschlußdose an den Anschlußklemmen eingesetzt werden können. Sind Störungen durch elektromagnetische Einstrahlungen abzusehen, empfiehlt sich der Einsatz geschirmter Kabel und Anschlußdosen.

Der S0-Bus erlaubt die Anschaltung von maximal 12 IAE-Dosen, wobei maximal 8 ISDN-Endgeräte gleichzeitig eingesteckt sein dürfen.

Die maximale Buslänge läßt sich, wie es beispielsweise in Hochhäusern erforderlich ist, auch erweitern, wenn, wie in Abbildung 5 gezeigt, die IAE-Dosen auf den letzten 50 m des Busses platziert werden. Die maximale Anzahl der IAE-Dosen ist in diesem Fall auf 8 begrenzt.

Bei der Anschaltung von nur einem Endgerät (wie beispielsweise beim Anschluß einer TK-Anlage) darf, wie Abbildung 6 zeigt, die maximale Leitungslänge je nach Kabelkapazität sogar bis zu 1000 m betragen.

Im begrenzten Umfang ist sogar, wie Abbildung 7 zeigt, eine Anschaltung des

NTBAs in der Mitte des S0-Busses möglich. Allerdings ist dabei zu beachten daß sowohl an den Leitungsenden als auch im NTBA die Leitungsabschlußwiderstände erhalten bleiben müssen.

Abbildung 8 zeigt die Belegung (Draufsicht) des 8poligen IAE-(Western Modular)Steckverbinders. Die Zuordnung zu den Anschlußklemmen ist je nach Hersteller der Steckdose unterschiedlich, so daß hier auf die mitgelieferte Beschreibung zu verweisen ist.

Bedienung und Funktion des ISDN-Testers

Der in diesem Artikel beschriebene ISDN-Tester erlaubt grundsätzlich die Überprüfung der vorhandenen S0-Verkabelung. Zum Betrieb wird das Gerät mit Hilfe eines 8poligen Western-Modular-Verlängerungskabels an die zu testende Steckdose angeschlossen. Ein vorher angeschlossenes ISDN-Endgerät läßt sich mit seinem 8poligen Western-Modular-Stecker wiederum an die entsprechende Einbaubuchse des ISDN-Testers anschließen.

Das Gerät bezieht seine Stromversorgung aus dem ISDN-Netz. Im Normalbetrieb, d. h. die 230V-Spannung des NTBAs ist aktiviert, leuchtet mindestens die Normalbetriebs-LED. Im Notstrombetrieb, d. h. bei unterbrochener Fremdversorgung des NTBAs, leuchtet entsprechend die Notstrom-LED. Im Ruhezustand, wenn kein weiteres ISDN-Gerät am Bus angeschlossen ist, bleiben die beiden Datenübertragungs-LEDs erloschen.

Mit einem angeschlossenen und aktiven ISDN-Endgerät (z. B. Telefon) sind die Datenübertragungs-LEDs ständig aktiviert. Je nach Datenaufkommen ist die Leuchtitensität der LEDs unterschiedlich.

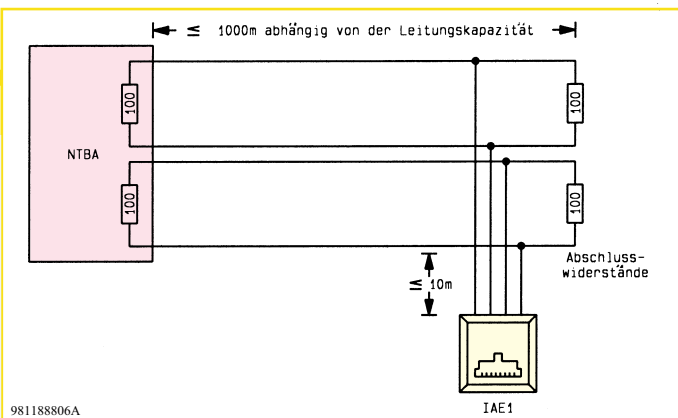


Bild 6: Anschaltung von nur einem Endgerät (z. B. TK-Anlage)

Fehleranalyse

Bei Vertauschung des Sende- und Empfangspaars blinkt die Endgeräte-LED im 10-Sekunden-Rhythmus nur kurz auf. Es läßt sich auch bei angeschlossenem Telefon keine Datenkommunikation aufbauen. Eine Vertauschung innerhalb des NTBA-Sendepaares führt zu keiner Funktionsbeeinträchtigung, während eine Vertauschung der Empfangsadern des NTBAs zur Funktionsunfähigkeit der Schnittstelle führt.

Wird dagegen eine Ader des Sendepaares mit einer Ader des Empfangspaars vertauscht, ergibt sich gleichstrommäßig ein Kurzschluß und damit ebenfalls die Funktionsunfähigkeit der Schnittstelle.

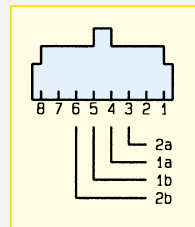


Bild 8: Belegung der 8poligen IAE-Buchse

Schaltung

Abbildung 9 zeigt das Schaltbild des ISDN-Testers. Die Spannungsversorgung für die Elektronik wird aus der 40V-Betriebsspannung des S0-Busses gewonnen. Um eine unsymmetrische Belastung der beiden Adernpaare zu vermeiden, erfolgt die Auskopplung der Gleichspannung über je eine Diode.

Die Polarität der Spannungsversorgung wechselt je nach Betriebszustand (Normal- oder Notstrombetrieb). Aus diesem Grund sind jeweils zu den Auskopplungsdiolen vier weitere Dioden mit umgedrehter Polarität parallelgeschaltet.

Vor dem aus D 15 bis D 18 bestehenden Brückengleichrichter erfolgt die Anzeige der Polarität der Versorgungsspannung. Im Normalbetrieb ist die an 2 a und 2 b anliegende Spannung positiv gegenüber den Anschlußpins 1 a und 1 b. Damit ist die Diode D 13 leitend, und es erfolgt die Anzeige des Zustandes über die Low-Current-LED D 14.

Im Notstrombetrieb kehrt sich die Polarität der Versorgungsspannung um (1a und

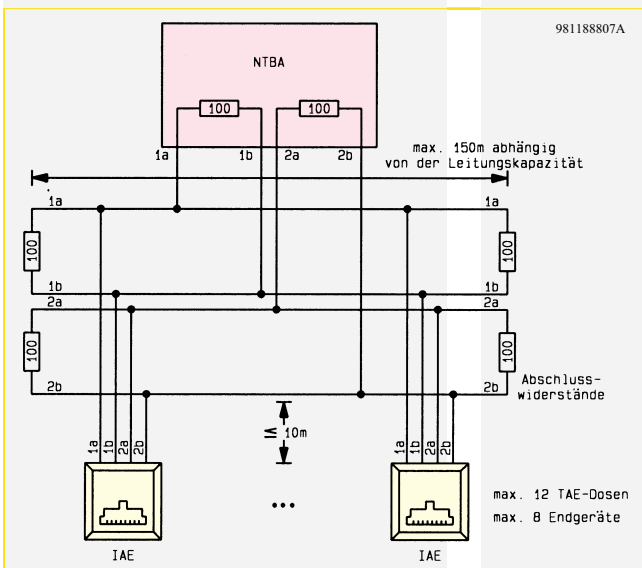
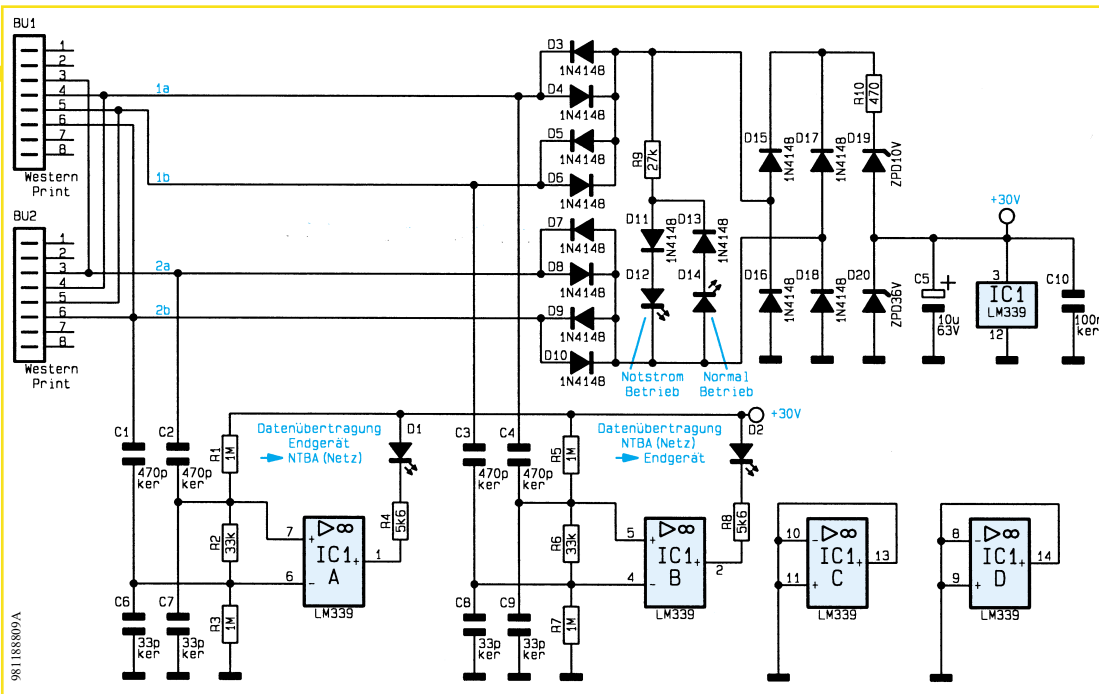


Bild 7: Der NTBA kann auch an beliebiger Stelle am S0-Bus angeschlossen sein.

Bild 9: Schaltbild des ISDN-Testers



1b positiv gegenüber 2a und 2b), woraufhin D 11 leitet und damit die Leuchtdiode D 12 aktiviert.

Hinter dem Brückengleichrichter ist die 10V-Z-Diode D 19 geschaltet, die die Spannungsversorgung für den Komparator IC 1 auf einen Wert von unter 30 V herabsetzt. Die 36V-Z-Diode D 20 begrenzt die Versorgungsspannung bei Überspannungen.

Die beiden Komparatoren IC1 A und B dienen zur Auswertung der Wechselspannungsinformation auf den Sende- und Empfangs-Leitungen. Im Ruhezustand liegt an den positiven Eingängen der Komparatoren IC 1A und B, bedingt durch die hochohmigen Spannungsteiler R 1 bis R 3 und R 4 bis R 7, eine um ca. 0,5 V höhere Spannung an als an den negativen Eingängen an. Führen die Sende- bzw. Empfangsleitungen das $\pm 750\text{mV}$ -Nutzsignal, so sind

Ansicht der fertig bestückten Platine



jeweils die negativen Eingänge der Komparatoren kurzzeitig positiver als die positiven Eingänge, woraufhin der entsprechende Komparator-Ausgang durchschaltet und damit jeweils die Low-Current-LED D 1 bzw. D 2 aktiviert.

Nachbau

Die gesamte Schaltung des ISDN-Testers ist auf einer 40 mm x 86 mm messenden einseitigen Leiterplatte untergebracht. Die Bestückung der Leiterplatte erfolgt in gewohnter Weise anhand des Bestückungsplanes, der Stückliste und des Platinenfotos.

Zunächst erfolgt die Montage der niedrigen Bauteile (Widerstände und Dioden). Dazu werden die Anschlußbeine von der Platinenoberseite her durch die entspre-

Stückliste: ISDN-Tester

- Widerstände:**
 470Ω R10
 5,6kΩ R4, R8
 27kΩ R9
 33kΩ R2, R6
 1MΩ R1, R3, R5, R7
- Kondensatoren:**
 33pF/ker C6-C9
 470pF/ker C1-C4
 10µF/63V C5
- Halbleiter:**
 LM339 IC1
 1N4148 D3-D11, D13, D15-D18
 ZPD10V D19
 ZPD36V D20
 LED, 3mm, rot,
 low current D1, D2, D12, D14
- Sonstiges:**
 Western-Modular-Einbaubuchsen,
 8polig BU1, BU2
 4 Knippingschrauben, 2,9 x 6,5mm
 6cm Schaltdraht, blank, versilbert

chenden Bohrungen gesteckt und unten leicht auseinandergebogen. Anschließend erfolgt das Verlöten von der Unterseite. Das Kürzen der überstehenden Anschlußdrähte geschieht mit einem Seitenschneider, ohne dabei die Lötstellen selbst zu beschädigen.

In gleicher Weise werden die restlichen Bauteile montiert. Bei dem IC, den Dioden und dem Elko ist auf die richtige Polung der Bauteile zu achten. Die 3mm-LEDs sind so einzusetzen und zu verlöten, daß der Abstand von der Platinenoberfläche bis zur LED-Spitze 30 mm beträgt.

Jetzt kann ein erster Funktionstest erfolgen. Nach erfolgreicher Prüfung wird nun die Platine in das dafür vorgesehene Gehäuse eingebaut. Damit sind der Aufbau und die Inbetriebnahme beendet, und der Tester kann seiner Bestimmung zugeführt werden.



Bestückungsplan des ISDN-Testers

