

Februari 1980.

LABORATION **ET 21 B**

DIGITAL FELSÖKNING

INNEHÅLL:

1. Allmänt om felsökning i digitala kretsar.
2. Exempel på feltyper i digitala kretsar.
3. Störningar i digitala system.
4. Hjälpmedel vid felsökning.
5. Uppgifter.

Handledare:

Namn: Nr: Labplats:

Laborationen utförd den

Laborationen inlämnad den

Godkänd den av

1. ALLMÄNT OM FELSÖKNING I DIGITALA KRETSAR:

Felsökning i digitala kretsar skiljer sig från felsökning i analoga kretsar (jfr ET 15).

I analoga utrustningar kan i regel en signalväg följas, felsökningen kan ofta bedrivas på komponentnivå och repetitiva insignaler kan trigga ett oscilloskop varvid tidsförloppen kan klarläggas.

I digitala kretsar är situationen helt annorlunda. De digitala kretsarna kan ha ett stort antal in- och utgångar och utsignalerna är ofta beroende av insignalernas följd (sekvenskretsar) och kretsens inre tillstånd. Vid kombinatoriska kretsar blir problemet något enklare då en viss kombination av insignaler skall ge en viss utsignalskombination.

Signalernas utseende (ettor och nollor) är inte av förstahandsintresse utan närvaron eller ej av signal blir det intressanta och om pulserna inträffar i rätt kombination i rätt ögonblick. Vidare kan en felfunktion inträffa först efter ett stort antal klockpulser. Oscilloskopet är inte särskilt lämpat för felsökning av denna typ som ju kan innebära att en viss kombination av pulser utgör triggsignal. Upplösningen på oscilloskopet i horisontellt led är också ofta otillräcklig då den ur felsöknings-synpunkt intressanta delen av ett förlopp ofta utgör en mycket liten del av hela förloppet (Fig. 1). Har man däremot lyckats lokalisera ett fel till en viss krets är naturligtvis oscilloskopet ett utmärkt hjälpmedel för bestämning av signalnivåer.

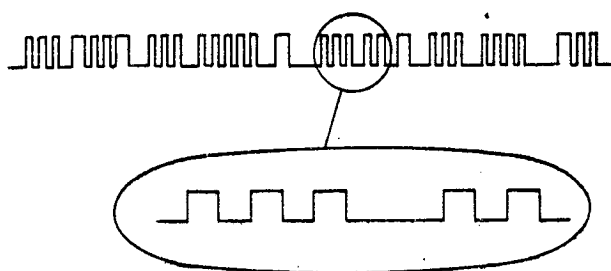


Fig. 1.

Allteftersom komplexitetsnivån hos IC-kretsarna ökar ändras också felsökningsmetodiken karaktär och kan exempelvis bestå av utbyte av krets-kort. Detta ger höga lagerkostnader för utbyteskretskort.

2. EXEMPEL PÅ FELTYPER I DIGITALA KRETSAR.

Man skiljer på två feltyper, statiska fel och dynamiska fel.

A. Statiska fel.

Statiska fel uppträder som konstant hög eller låg nivå och kan indelas i interna fel och externa fel.

Exempel på interna fel:

Avbrott på grund av öppen bondning^{*)} på in- eller utgång.

Kortslutning mellan en in- eller utgång och matningsspänning eller jord.

Kortslutning mellan två stift.

Fel i inre krets nätet.

Exempel på externa fel:

Kortslutning mellan en förbindningspunkt och matningsspänning eller jord.

Kortslutning mellan två eller flera förbindningspunkter vilka inte är direktförbundna med matningsspänning eller jord.

Öppen signalslinga (avbrott i ledningsmönster).

Fel på en icke-digital komponent.

Om exempelvis ett avbrott finns på en ingång (Fig. 2) medför detta att

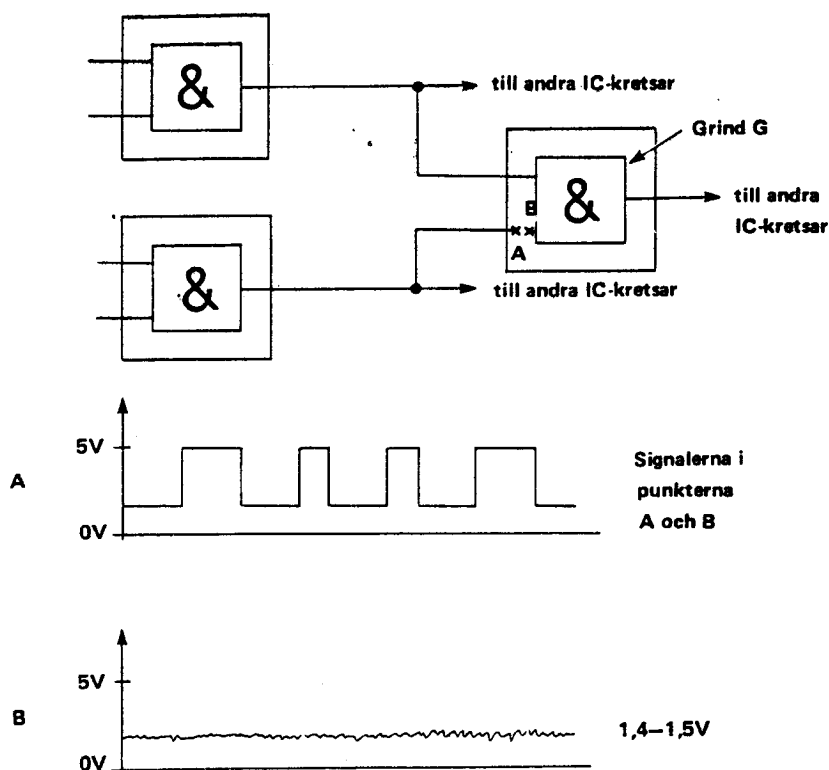


Fig. 2.

*) bondning = metod att åstadkomma halvledarkontakter.

efterföljande grinds ingång flyter vilket tolkas som hög av den efterföljande grinden.

Om det uppstår en kortslutning (Fig. 3) mellan in- eller utgång och matningsspänning eller jord blir alla anslutningar till felkällan "hög" eller "låg". Ofta upphör då all signalaktivitet.

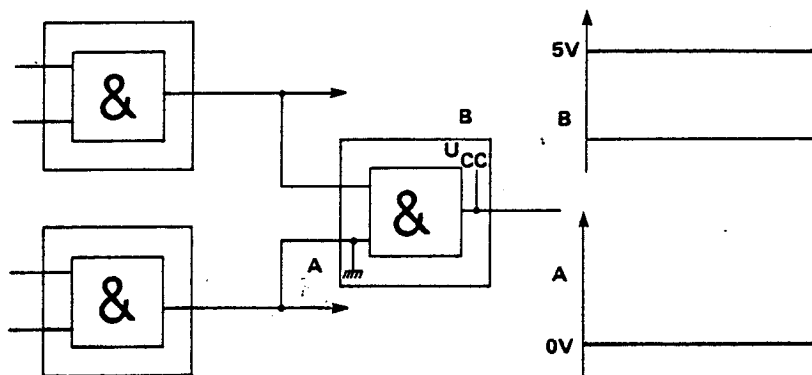


Fig. 3.

En yttre kortslutning mellan en förbindelsepunkt och matningsspänningen eller jord kan ej utan vidare särskiljas från motsvarande inre feltyp. I båda fallen tolkas nivån på de till felpunkten anslutna ledningarna som ständigt "hög" eller "låg". Även i de fall man har en öppen signalslinga (Fig. 4) blir resultatet detsamma som vid avbrott i en IC-utgång.

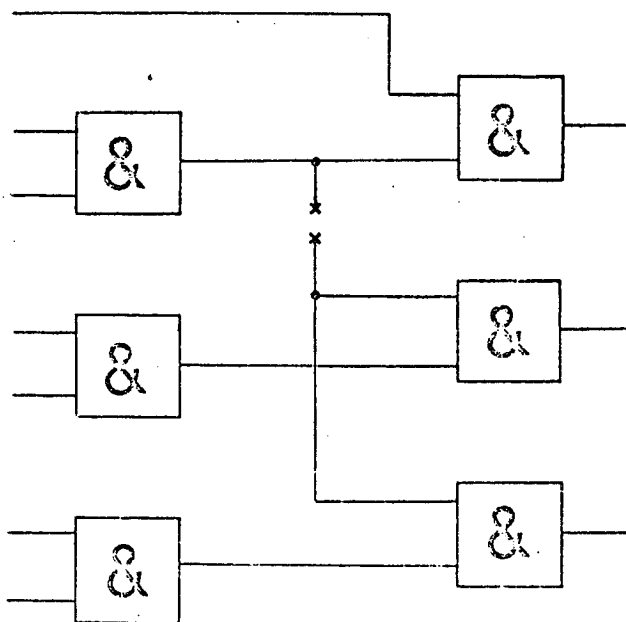


Fig. 4.

B. Dynamiska fel.

Bland de fenomen som ofta ger dynamiska fel kan nämnas:

Störningar (en "låg signal med överlagrad "spik" kan av efterföljande kretsar uppfattas som "hög" och medföra felfunktion).

Fördröjningar (icke önskade fördröjningar ändrar tidordningen mellan signalsekvenser och ändrar därmed kretsens funktion).

Felaktig flanktrigging (en felaktig flanktrigging i en vippa ger felfunktion hos kretsen).

Hazard (kortvariga icke önskade värden på någon eller några av utgångarna till ett kombinatoriskt nät då ingångsvariablen går från ett värde till ett annat).

Kapplöpning (uppträder då mer än en av utgångssignalerna till ett kombinatoriskt nät ändrar sitt värde som en följd av ändrade insignaler).

3. STÖRNINGAR I DIGITALA SYSTEM.

Vad som sagts i ET19 gäller givetvis även här. Här skall dock följande tilläggas beträffande uppbyggnad av kretskort. Man förser kretskort med hela jordplan för att minska inverkan av störningar. Detta utnyttjas främst i snabb logik.

Eftersom ett helt jordplan gör komplicerade ledningsmönster omöjliga att anbringa, får man i stället använda kort som har flera lager av ledare (multi-layer boards).

I regel använder man vid TTL nu jordplan med utseende enligt Fig. 5.

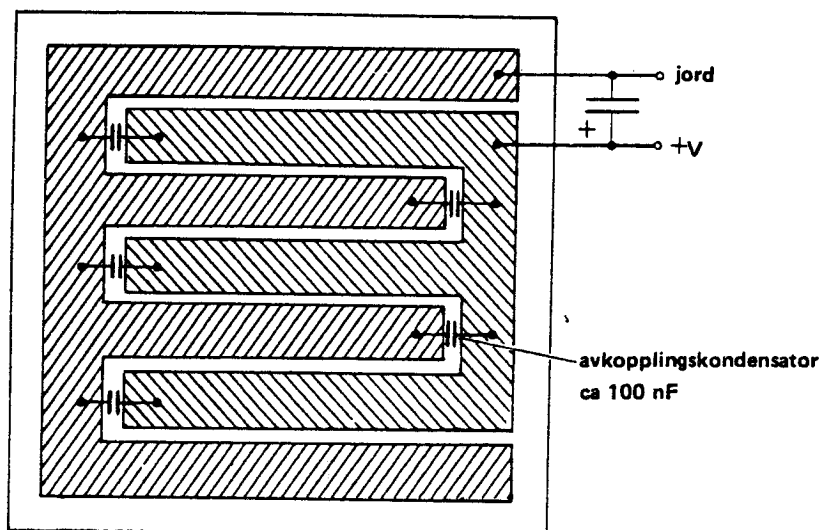


Fig. 5.

Om man utformar jord- och spänningsmatningen som "gafflar" och kortsluter dessa växelspanningsmässigt, bildas en kortsluten slinga som dämpar yttre strömtransienter.

I en del fall försöker man efterlikna låginduktiva jordplan genom att använda färdiga samlingsckenor.

En god regel vid störningsminimering är att alltid koppla oanvända ingångar till en säker logisk nivå. Oanvända ingångar kan annars fungera som antenner och lätt ta upp oönskade störningar.

Utgången från en vipa bör ej heller utnyttjas som drivsteg, eftersom vipor är mer störkänsliga än grindar.

Beträffande transmissionsproblem.

Något enkelt svar på när transmissionsproblem uppstår finns inte, eftersom vi kan ha transmissionsproblem på såväl korta som långa ledare. Snabbheten hos de digitala kretsarna bestämmer vad som är en kort respektive lång ledare (se lab. ET 17).

Om stig- och falltiden för en puls överskrider ledningens överföringshastighet uppstår reflexioner. Dessa kan dock botas med avslutning av ledare, dvs man kopplar in en resistans, som motsvarar ledningens karakteristiska impedans mellan ledningens "slutände" och jord. Ledare på kretskort har en karakteristisk impedans om ca 100 ohm.

Om ledare löper parallellt en längre sträcka (för snabb TTL är en ledning lång vid ca 0,5 m), blir risken för överhörning stor. Överhörning botas med tvinnat trådpar. Normalt sett är överhörning ej något problem på kretskort, såvida detta inte är stort och bestyckat med snabb logik (t ex ECL).

Jordsystem.

Då störningar kan fortplantas via nätspänningen till ett system, bör man alltid koppla in ett nätfilter. Detta filtrerar bort oönskade signaler, vilka är överlagrade på den sinusformiga, konstanta växelspanningen.

Nätets jord eller nolla är icke någon konstant spänningsreferens, varför man även bör definiera en "systemjordpunkt". Till denna punkt skall alla jordsignaler dras (Fig. 6).

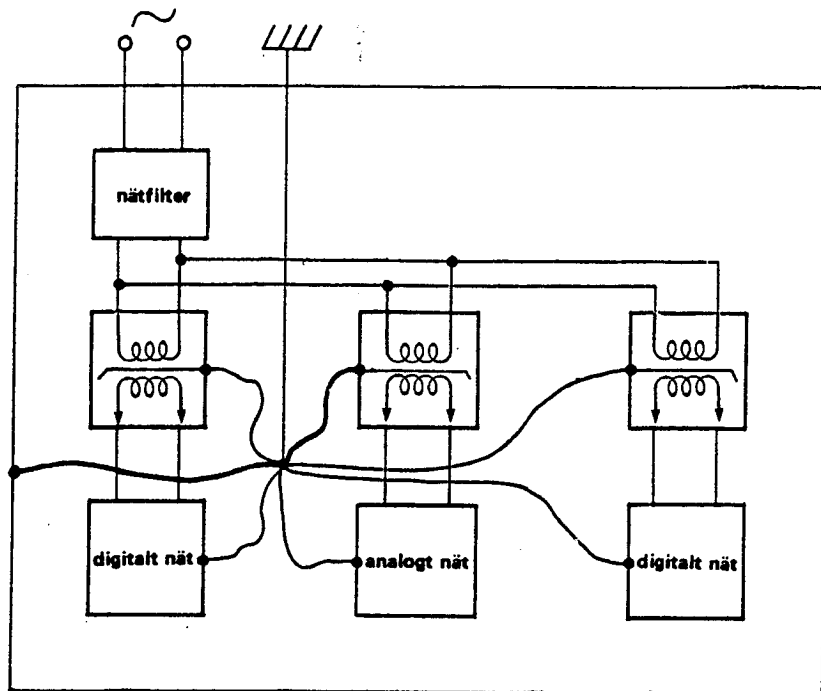


Fig. 6.

Checklista för störningsundertryckning.

1. Utnyttja alltid avkoppling.
 2. Kretskortets ledningsdragning skall vara grov.
 3. Anslut icke använda ingångar till en väl definierad logisk nivå!
 4. Skilj mellan signaljord och kraftjord!
 5. Undvik monostabila vippor då pulsbredderna är kritiska!
 6. Använd om möjligt synkrona nät!
 7. Extra spänningsförsörjningsledning bör användas för komponenter, vilka fordrar stor effekt.
 8. Använd skärmad ledare eller tvinnad parledning vid långa ledare!
4. HJÄLPMEDEL VID FELSÖKNING.

Logisk trigg-tillsats.

Klockpulserna i ett digitalt system går ej att använda för trigging eftersom de ser likadana ut oberoende av vilken del av förloppet man befinner sig i. En stillastående bild kan dock i regel erhållas men denna bild har dålig stabilitet.

Ett hjälpmedel för att kunna trigga i närheten av den intressanta delen av sekvensen är en logisk triggtillsats (Fig. 7). I denna har man

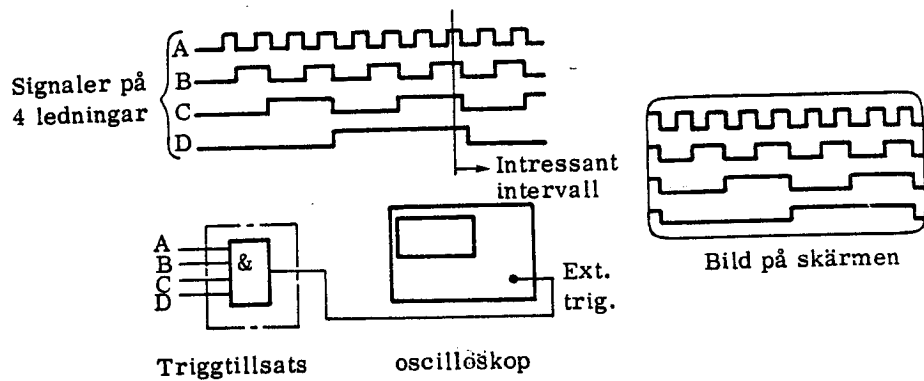


Fig. 7.

möjlighet att låta en kombination av ettor och nollor ge upphov till en triggsignal. Denna kombination kan då väljas alldeles innan den tidsperiod man är intresserad av. Logik-triggtillsatsen har alltså förmåga att känna igen en viss kombination av insignaler.

Logikprob.

Logikproben finns i olika utföranden. Den enkla typen indikerar endast nivå och presenterar informationen via lampa eller lysdiod. Mer sofistikerade utföranden indikerar även närvaron av pulser. Man ansluter probens sladdar (Fig. 8) till spänningsmatningen hos den digitala apparat man mäter på och för sedan probens spets till det mätställe man är intresserad av. Denna indikerar då exempelvis "låg" korrekt nivå med en lampa och "hög"

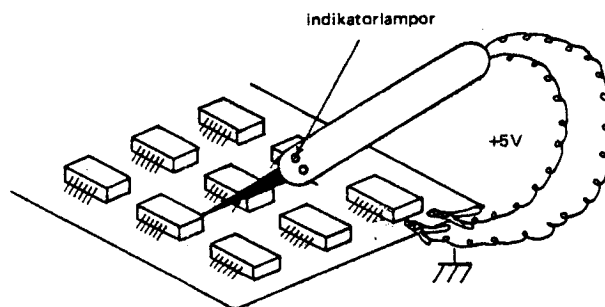


Fig. 8.

korrekt nivå med en annan lampa. Om ingetdera gäller, dvs punkten är ej ansluten eller den har felaktig spänningsnivå tänds ingen av lamporna. Logikprobar finns för samtliga kretsfamiljer. Ofta är digitala instrument förberedda för matning av logikprob.

Pulsgivare (signalinjektor).

Med pulsgivaren kan man mata in pulser till den krets eller det funktionsblock man mäter på. Dessa pulser kan följas med logikproben (Fig. 9).

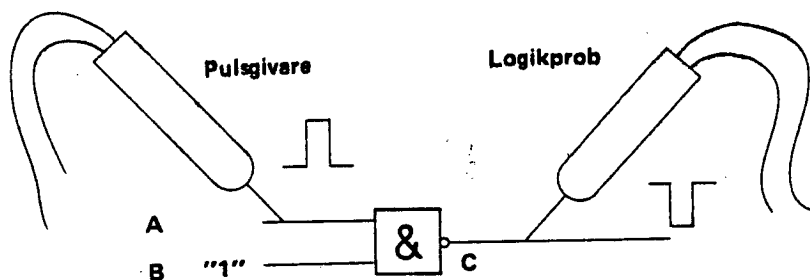


Fig. 9.

Att på detta sätt lägga in pulser "ovanpå" kretsarnas ordinarie spänningsnivåer skadar ej kretsarna. Pulsgivaren är försedd med inbyggd avkänning så att den inför positiva pulser om nivån i den berörda punkten är låg respektive negativa pulser om nivån är hög.

Logikklämman (logic clip).

Logikklämman är ett komplement till logikproben. Denna sätts över en kapsel (Fig. 10) så att den ger kontakt vid samtliga 14 eller 16 ben (DIL-kapsel). Logikklämman väljer sedan själv ut rätt pinnar för spänningsmatning och indikerar nivåerna hos de övriga benen med lysdioder, en för varje ben.

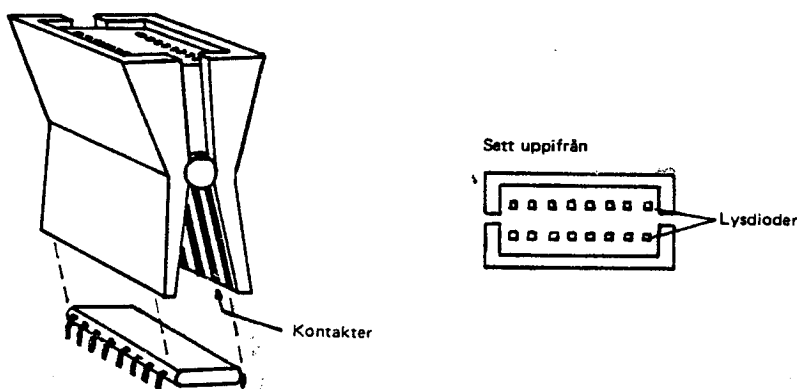


Fig. 10.

Strömproben (current tracer).

Strömkännande prob för mätning och indikering av lågimpediva fel av typ kortslutning finnes. Proben kan spåra den krets som svarar för "strömkällan" eller "strömsänkan". Den strömkännande anordningen fungerar i princip som en strömtransformator som avger en spänningspuls proportionell mot strömmen. Pulsens storlek beror på avståndet mellan strömprobens mät huvud och den ledning man mäter på. Spänningspulsen kopplas till en förförstärkare så tillräcklig puls erhålles för mätning av indikatorns drivsteg (Fig. 11)

Strömprobens lampa lyser med samma intensitet så länge samma ström finns i ledaren. Då lampan slocknar innebär detta att kortslutningsstället passerats.

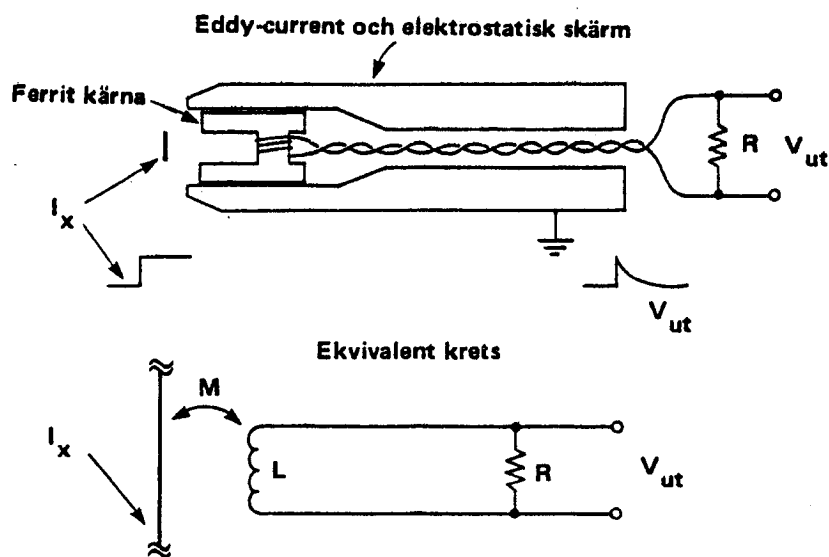


Fig. 11.

Logikkomparatorn.

Funktionssättet är enkelt. Komparatorn jämför utgången på den för fel misstänkta kapseln med en felfri referenskapsel (masterkrets) vilken inkopplas parallellt. Ingångssignalerna är gemensamma. En eventuell avvikelse indikeras på en tablå om 16 lysdioder (Fig. 12).

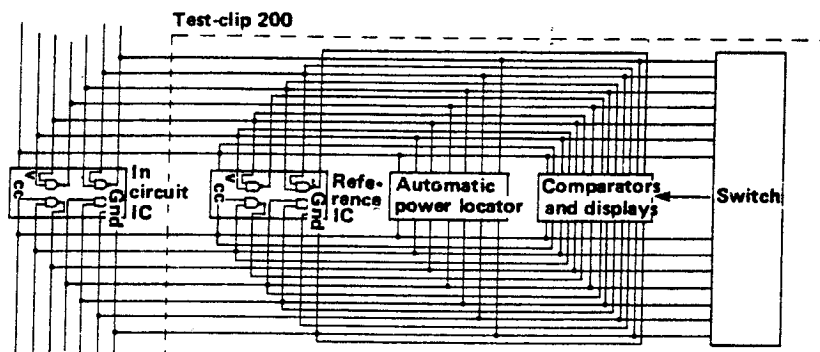


Fig. 12.

Logikanalysatorn.

Logik-analysatorerna är en klass av instrument som speciellt utvecklats för mätningar i digitala system med långa tidsföljder av nollor och ettor på ett flertal parallella ledningar. Logikanalysatorn tar emot signalerna på dessa ledningar via ett lika stort antal probar och för successivt in de på ledningarna förekommande nivåerna i ett internt minne. Klockningen av detta styrs i regel från klockpulserna i det system man mäter på, dvs varje ny klockpuls skiftar till nästa steg (ord) i det interna minnet varefter det under den följande klockperioden aktuella innehållet på ledningarna läses in i detta. Från det interna minnet kan sedan informationen hämtas ut till en tablå som i enklaste fall består av en lysdiod för varje visar position (Fig.13a)men som också kan vara en oscilloskopskärm där minnets innehåll visas i klartext med ettor och nollor (Fig. 13 b) eller där de parallella ledningarnas spänningstillstånd visas som funktion av tiden (men då bara med två möjliga nivåer, nolla respektive etta, för varje ledning eller kanal (Fig. 13 c).

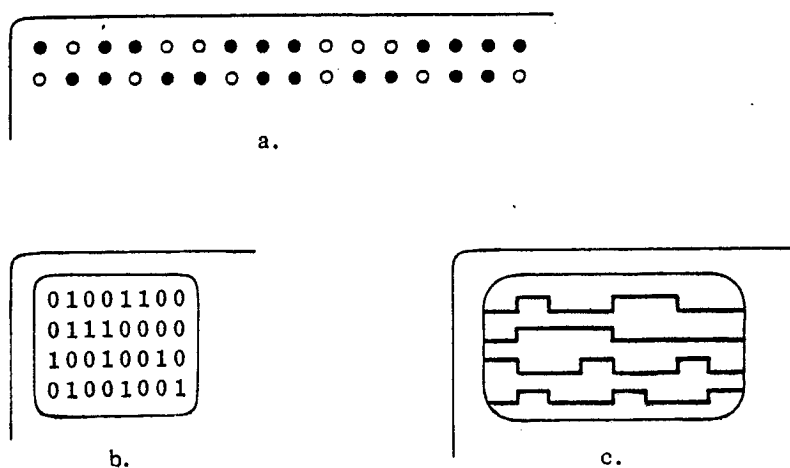


Fig. 13.

Villkoret för att logikanalysatorn skall trigga är att en i förväg vald kombination av nollor och ettor på de avkända ledningarna inträffar. Man kan på detta sätt för triggpunkten välja ut ett dataord som inleder den del av sekvensen av inkommande ord (kombinationen av nollor och ettor på de avkända ledningarna) man vill se på och därmed få just denna del av sekvensen visad. (Se Fig. 14.)

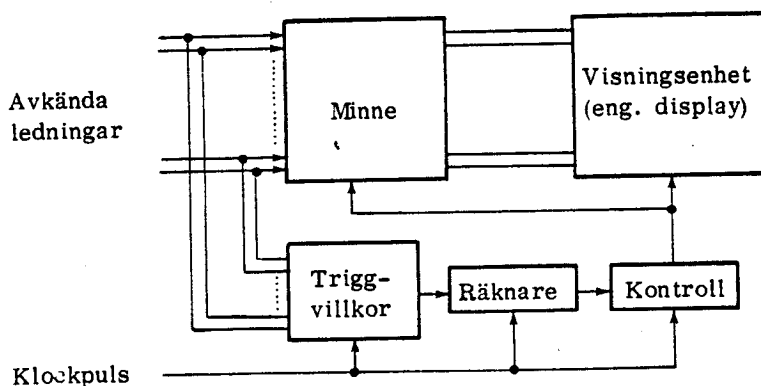
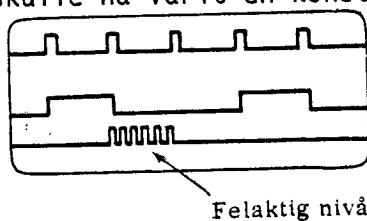


Fig. 14.

Logikanalysatorns konstruktion medger enkelt att man kan fördröja visningen av innehållet på de avkända ledningarna genom att låta en räknare avgöra vilket antal klockpulser som skall passera innan visningen startas. Om ingen passande (unik) kombination för trigging finns i närheten av den intressanta sekvensen kan man på detta sätt välja en unik kombination långt tidigare i kedjan av ord för trigging och sedan låta analysatorns fördröjning se till att man ändå får önskad sekvens på presentationstablan. Det går också att utnyttja det interna minnet i analysatorn till att återge pulssekvenserna omedelbart innan triggvillkoret inträffar, genom att låta minnesinnehållet hela tiden successivt förnyas och därigenom alltid ha tillgång till vad som hänt under ett antal föregående klockpulsintervall.

Det går också att utföra logikanalysatorn så att den indikerar om den inkommande nivån under ett klockpulsintervall ligger mellan en nolla och en etta, dvs ett elektriskt fel finns i anslutning till den avkända ledningen. En variant av instrumentet visar exempelvis detta som ett pulståg där det normalt skulle ha varit en konstant nivå i bilden på skärmen. (Fig. 15.)



Indikering av en icke godkänd nivå (mellan nolla och etta).

Fig. 15.

Åtgärder vid felsökningsarbete.

Här nedan presenteras ett förslag till checklista för felsökningsförfarandet.

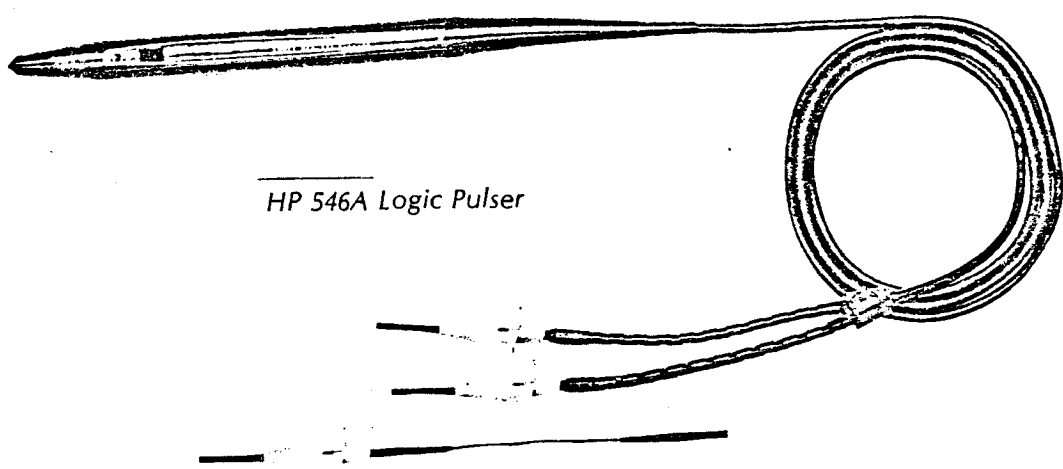
1. Studera apparatens uppbyggnad och verkningsätt!
2. Samla in all felinformation som apparaten uppvisar genom att utnyttja apparatens yttre manöverdon ("Front-panel-milking").
3. Isolera felaktigt kretskort eller funktionsblock med hjälp av information från punkt 2!
4. Kontrollera signalaktiviteten hos nyckelsignalerna mellan kretskort eller block!
5. Kontrollera alla integrerade kretsar på det felaktiga kortet! An-teckna felindikeringarna och numren på de stift som ger felindikering!
6. Ringa in felet eller felen ytterligare genom att upprepa och kombinera iakttagelserna från punkterna 2, 4 och 5!
7. Undersök eventuella avbrott!
8. Undersök kortslutningar till matningsspänning eller jord.
9. Finns kortslutningar till andra förbindelsepunkter?
10. Kontrollera om det finns kretsar som har öppna ingångar och inre fel!
- ..
- ..
- ..
- ..
99. Kasta apparaten i papperskorgen.

Följande utrustning (Hewlett Packard) demonstreras av Din handledare.

Logic pulser 546 A

Logic probe 545 A

Logic clip 10528 A



HP 546A Logic Pulser

Table 1. Specifications

Output ¹					
Logic Family	Power Supply Voltage	Output Current	Pulse Width	Typical Output Voltage ²	
				High	Low
TTL	5.0 ±10% Vdc	≤650 mA	≥0.5 μs	≥3 Vdc	≤0.8 Vdc
CMOS	3—18 Vdc	≤100 mA	≥5 μs	≥V _{supply} -1Vdc 15V maximum	≤0.5 Vdc

<p><i>Tip Output Overload Protection:</i> ±25V for one minute</p> <p><i>Short Circuit Protection:</i> Continuous</p> <p><i>Impedance:</i> <2 ohms active; >1 megohm off</p> <p><i>Power Supply Requirements:</i> Operating Voltage Range: TTL 5 ± 10% Vdc CMOS 3—18 Vdc</p> <p>Operating Current: ≤35 mA</p>	<p><i>Power Supply Input Protection:</i> ±25V for one minute</p> <p><i>Time Base Accuracy:</i> ±10%</p> <p><i>Operating Temperature:</i> 0—55°C</p> <p><i>Accessory Included:</i> Ground Cable Assembly, HP Part No. 00545-60105</p> <p><i>Accessory Available:</i> Tip Set, HP Part No. 00545-60104</p>
--	--

¹Specifications apply over stated operating voltages and temperatures for all pulse output modes.

²With ground clip attached near load.

OPERATING CHARACTERISTICS

The HP 546A Logic Pulser generates pulses as programmed by a fingertip push-slide switch. The Pulser is programmed by pushing the switch once for each single pulse output, or a specific number of times for continuous pulse streams or pulse bursts at selected frequencies. The number of times to push the switch to select an output mode is labeled adjacent to the switch and is described in Table 2. On the label a dot (•) represents a push; a dash (—) represents a hold. As shown in Table 2, the pulses applied to the LED indicators in the tip are slowed down for visibility.

Pressing the switch automatically drives a TTL, DTL, or CMOS logic output or input from LOW to HIGH or from HIGH to LOW. The high source and sink current capability of the Pulser can override integrated circuit output points, originally in either the HIGH or LOW state. The nominal 10 μs pulse width is long enough for even slow CMOS circuits to accept, but heavy circuit loads (such as TTL drivers) result in narrower pulses that limit the amount of energy delivered to the device under test.

The Pulser's output is three-state. In the off-state, the probe's high output impedance ensures that circuit operation is unaffected by probing until the Pulser switch is pressed. Pulses can be injected while the circuit is operating and no disconnections are needed. The multi-pin stimulus kit (Figure 2) is useful for stimulating up to four inputs of a gate at the same time, or for stimulating four different circuit nodes.

The Pulser's power input and output (tip) circuits are protected against overvoltage and reverse polarity.

OPERATING PROCEDURES

To operate the Pulser, observe the following procedures:

NOTE

In the following step, be sure to connect the red power lead of the Pulser to the positive side of the power supply.

- a. Connect the power leads of the pulser to the power supply of the logic being pulsed (3 to 18V). (The Pulser may be powered from a different source, provided the voltage is the same as that of the circuit under test and a common ground is used.)
- b. Contact the logic node to be stimulated with the tip of the Pulser.
- c. Program the generation of pulses by pushing the switch per adjacent markings (refer to *Table 2* for details). Characteristics of the switch operation are described in the following steps.
 - (1) A push-push action of the switch must occur within less than 1 second to be effective.
 - (2) A hold action of the switch for greater than 1 second begins execution of the programmed output.
 - (3) Any function can be locked on by the push-slide action of the switch.
 - (4) Releasing the switch midway through a burst does not terminate the burst.
 - (5) The single pulses generated when a burst is programmed are subtracted from the first burst, e.g., a 100 burst is output as 1-1-98, 100, 100, etc.
 - (6) Releasing the switch in any output mode other than midburst terminates output and allows a new mode to be programmed immediately. Releasing the switch for longer than 1 second, erases the programming of previous pushes.
- d. The LED's can be used to count the pulses output. Programming bursts of 10 or 100 and counting the lamp flash bursts allows control of a precise number of output pulses.

APPLICATIONS

Hewlett-Packard makes several instruments which assist the troubleshooter in testing logic circuitry with the Logic Pulser. These instruments are listed in *Table 3* and examples of their applications are given in the following paragraphs.

Table 3. Logic Test Instruments

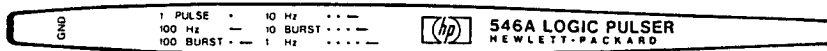
Typical Digital IC Troubleshooting	HP Instruments	
	Stimulus	Response
Shorted IC Input	546A Pulser	547A Current Tracer and 545A Logic Probe
Stuck Data Bus	546A Pulser	545A Logic Probe and 547A Current Tracer
Internal Open in IC	546A Pulser	545A Logic Probe
Solder Bridge	546A Pulser	547A Current Tracer
Sequential Logic Fault	546A Pulser	548A Logic Clip
Shorts to V_{CC} or Ground	546A Pulser	545A Logic Probe
Multi-Pin Testing	546A Pulser	10529A Logic Comparator

Table 2. Output Mode Selection

Switch Action	Output Pulse Rate ($\pm 10\%$)	Output Pulse Mode	LED Indication
Push	single	1 Pulse	One short flash
Push-hold	100 Hz	100 Hz (Continuous)	10 Hz rate
Push/push-hold	100 Hz	100 Burst ▲	10 Hz rate during burst
Push/push/push-hold	10 Hz	10 Hz (Continuous)	5 Hz rate
Push/push/push/push-hold	100 Hz	10 Burst ■	Two short flashes and a 1-second pause
Push/push/push/push/push-hold	1 Hz	1 Hz (Continuous)	One flash/second

▲ 1 second burst for 100 pulses every two seconds.

■ 0.1 second burst of 10 pulses once each second.



Logic Gate Testing

A logic gate may be tested by pulsing the gate's input, while monitoring the output with a Logic Probe (see Figure 3). The Logic Pulser generates a pulse opposite to the state of the input line and can change the gate output's state. This assumes the output of the gate is not clamped in its state by another input, e.g., a HIGH on the other input of an OR gate.

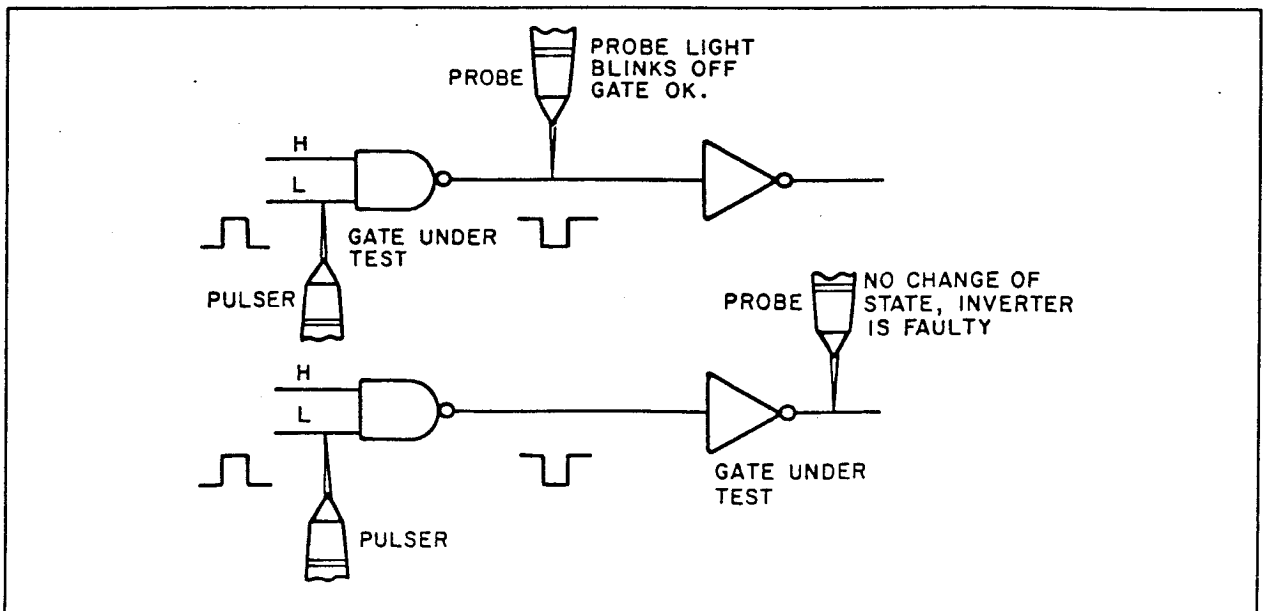


Figure 3. Logic Gate Testing

If the pulse is not detected at the output, pulse the output line (see *Figure 4*). If the output is not shorted to V_{CC} or common return, the Logic Probe should indicate a pulse opposite to its original indication. If not, check for external shorts (solder bridges, etc.) before removing the integrated circuit. Refer also to Gate-to-Gate Faults paragraph.

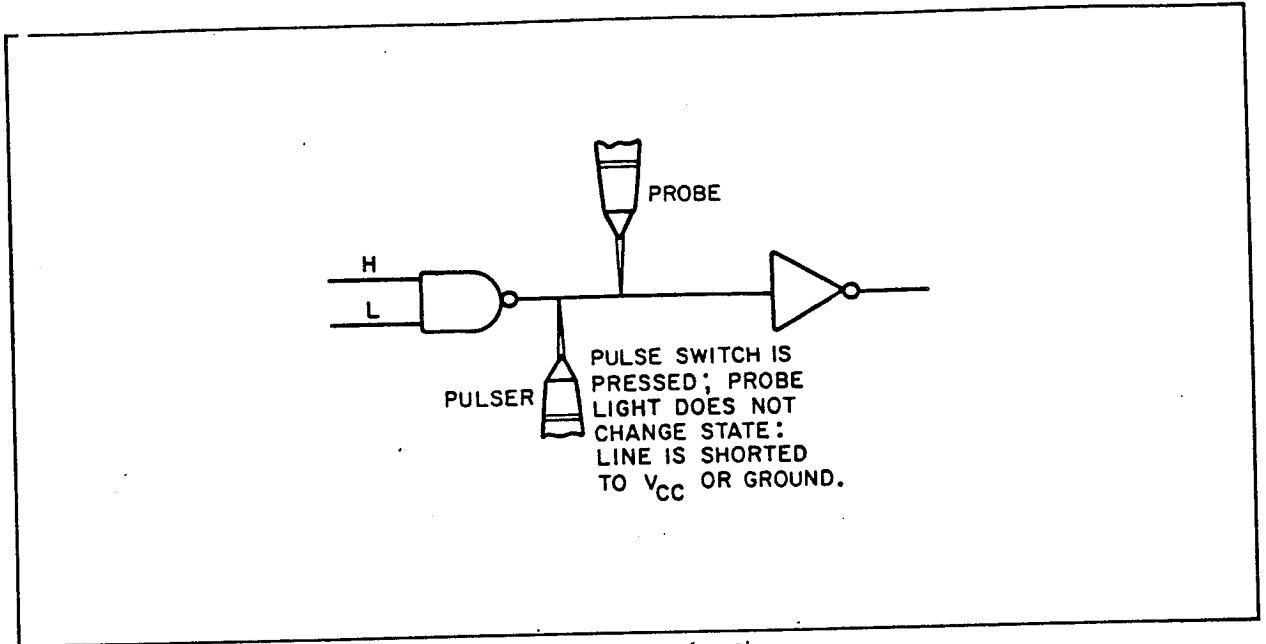


Figure 4. Testing for Shorts

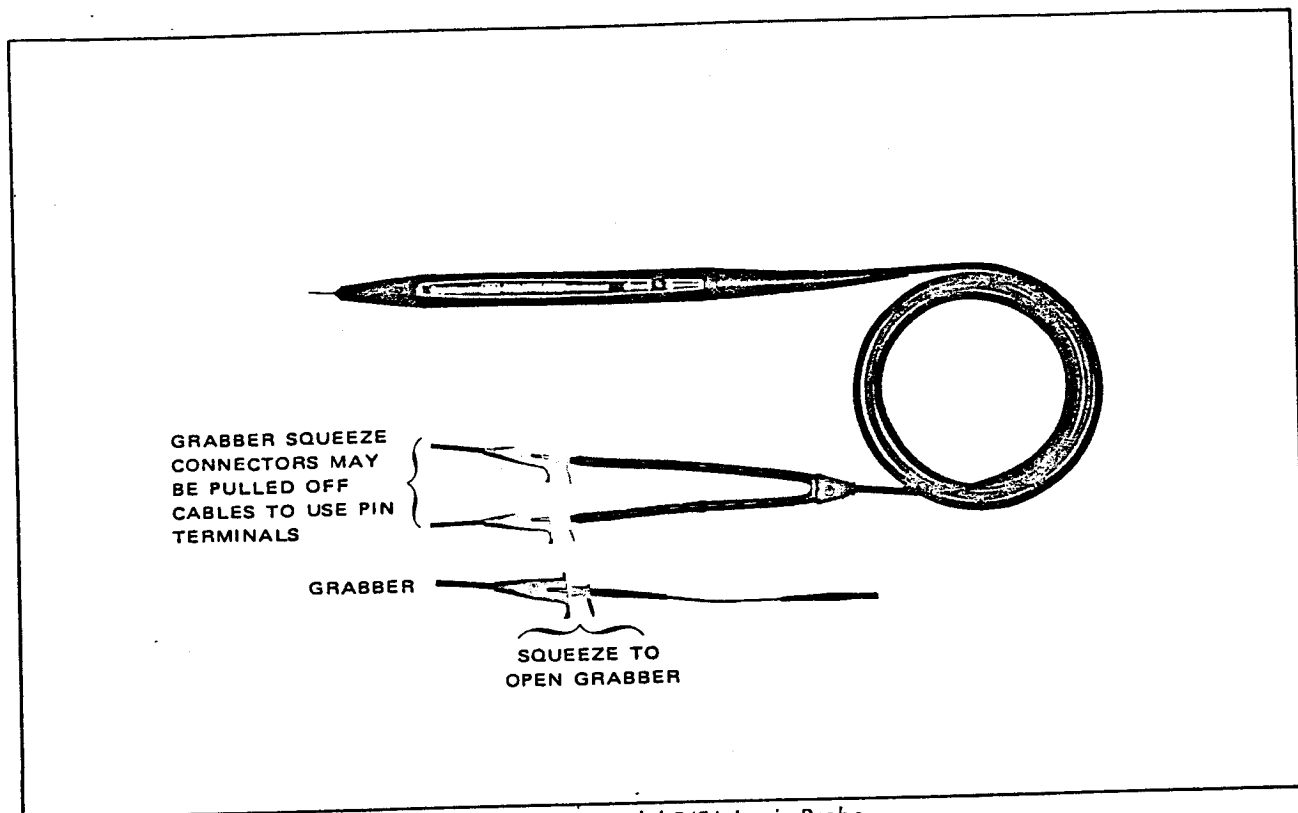


Figure 1. HP Model 545A Logic Probe

INTRODUCTION

The Hewlett-Packard Model 545A Logic Probe will detect and indicate HIGH and LOW logic levels. The probe will also indicate intermediate or "bad" Logic levels, including an open circuit on a TTL or CMOS gate, and open circuits such as an open collector output without pull-up resistors. The presence and polarity of single pulses of ≥ 10 nsec in duration and pulse trains up to 40 MHz CMOS and 80 MHz TTL will also be indicated. The probe is compatible with virtually all TTL, DTL, RTL, HTL, MOS, CMOS, and HiNIL integrated circuits. A memory indicator lamp is located under the MEM-CLR button. This indicator turns on when 1) either HIGH or LOW level logic change is detected; 2) when the probe is first powered; 3) when the probe tip is touched to any circuit. The memory indicator remains on until the MEM-CLR button is depressed.

LOGIC LEVEL LAMP INDICATIONS

The logic level indicator lamp, near the probe tip, will give an immediate indication of the logic states, either static or dynamic, existing in the circuit under test. Figures 2 and 3 show how the logic level indicator lamp responds to voltage levels and pulses for TTL and CMOS operation respectively. The indicator lamp can give any of four indications: 1) off; 2) dim (about half brilliance); 3) bright (full brilliance); 4) flashing on and off. The lamp is normally in its dim state and must be driven to one of the other three states by voltage levels at the probe tip. The lamp is bright for inputs above the logic 1 threshold and off for inputs below the logic 0 threshold. The lamp is dim for voltages between the logic 1 and the logic 0 thresholds and for open circuits. Pulsating inputs will cause the lamp to flash at about a 10 Hz rate. More information about using the 545A is on page 7.

MATCHING INSTRUMENTS

Hewlett-Packard makes several digital troubleshooting instruments that complement the Logic Probe. These are the Model 546A or 10526T Logic Pulser, Model 548A or 10528A Logic Clip, Model 547A Current Tracer, and Model 10529A Logic Comparator. The Logic Pulser can be used to stimulate the input of a logic element while the Logic Probe is touching the output to sense the activity of the element.

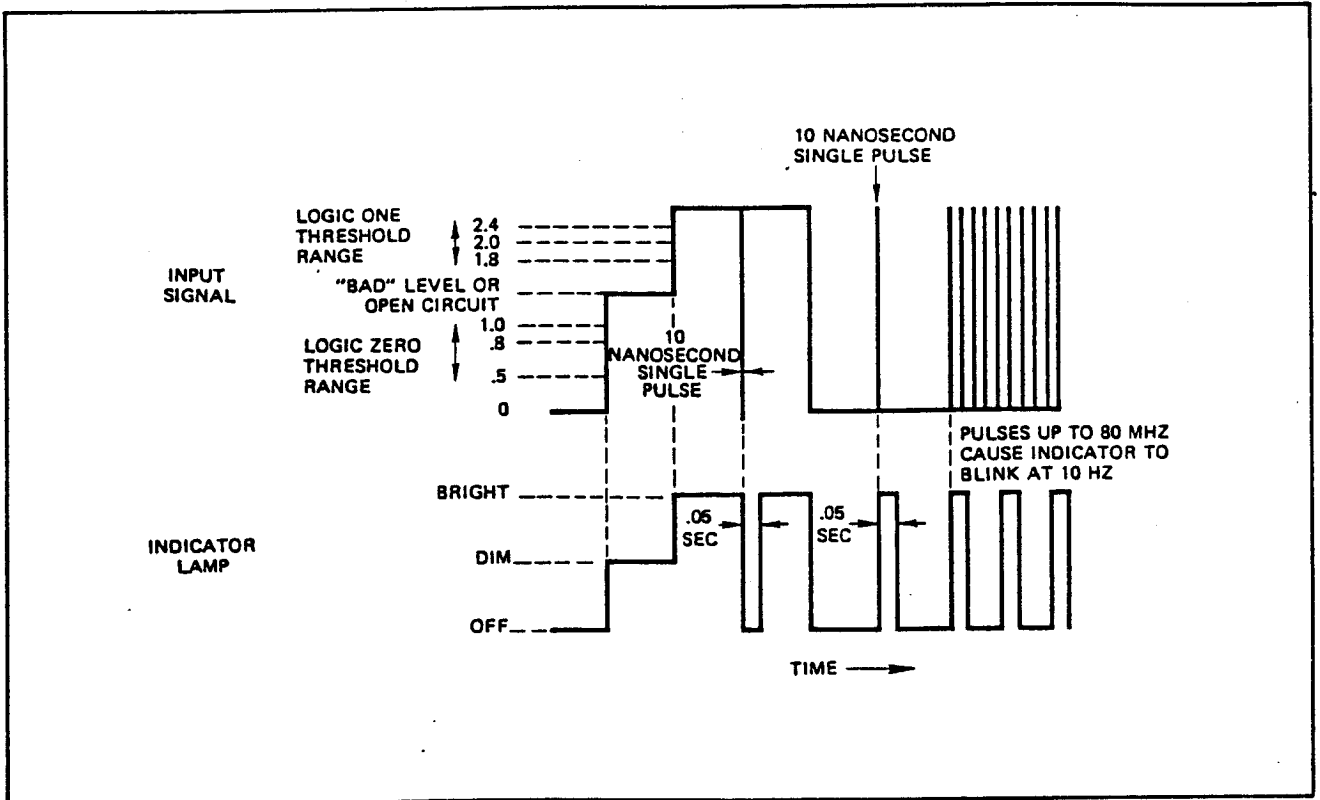


Figure 2. TTL Logic Level Lamp Indications with Probe Input Voltage Levels (5 Vdc Power Supply)

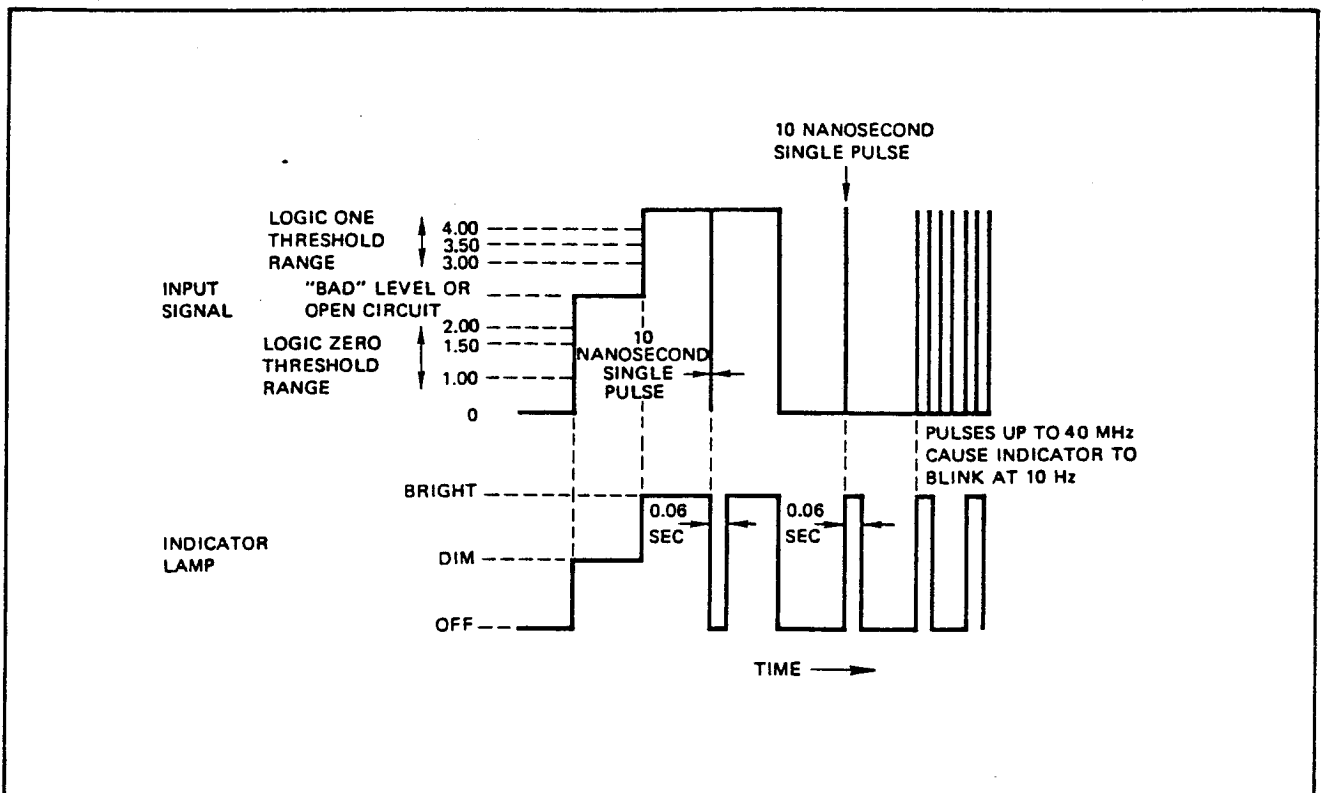
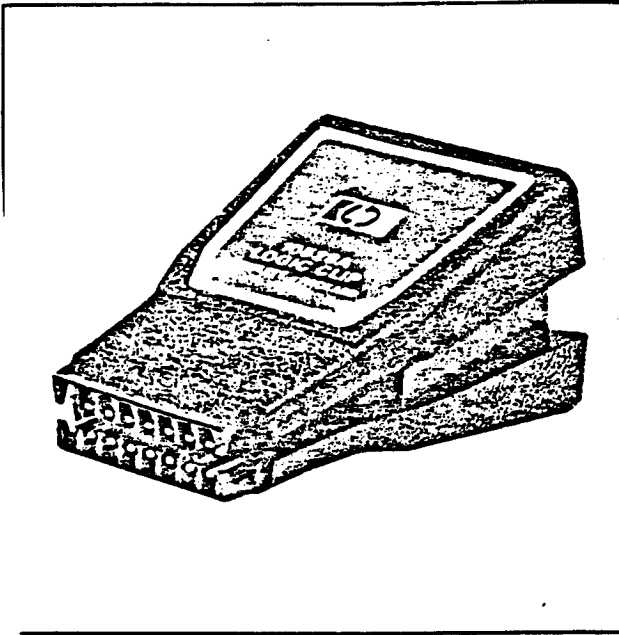


Figure 3. CMOS Logic Level Lamp Indications with Probe Input Voltage Levels (5 Vdc Power Supply)

Figure 1. 10528A Logic Clip

**Input Threshold:**

LED will indicate "high" (glow) if IC pin is above +2.0 volts, and LED will indicate "low" if pin is below +0.8 volts. (If IC pin is open, LED will show high.)

Input Impedance:

One TTL load (-1.2 milliamperes typical per input pin).

Input Limits:

Voltages < -1 or >7 must be current limited to 10 milliamperes or less.

Compatibility:

TTL or DTL (up to 16-pin, dual in-line packages).

Temperature:

0°C to 55°C.

1. APPLICATION

The 10528A Logic Clip is designed for logic level determination only on integrated circuits using transistor-transistor-logic (TTL) and diode-transistor-logic (DTL). The clip can test flip flops, gates, counters, buffers, adders, shift registers, etc. It will not test IC's with non-standard input levels or expandable gates. It will instantly and continuously show the logic levels at all pins of a dual in-line IC. All 16 input pins are electrically buffered to minimize loading on any circuit being tested. Sixteen light emitting diodes (LED) are the "high" and "low" logic level indicators. No power supply connections need to be made; the Logic Clip powers itself from the circuit under test by automatically locating the Vcc and ground pins of the IC.

2. SPECIFICATIONS**Power Requirements:**

5 volts $\pm 10\%$ across any two pins at 140 milliamperes maximum current.

3. INSTALLATION-OPERATION**CAUTION**

Do not connect the Logic Clip to an IC with more than 7 volts DC between any two pins unless current is limited to less than 10 milliamperes.

Squeeze the thick end of the clip to spread the contacts, and place the clip on the IC to be tested. See Figure 1. The LED's on top of the clip will indicate the logic levels at each connected IC pin. (The clip may be turned in either direction.)

There are no operating controls or service adjustments on the logic clip.

4. THEORY

Figure 2 is a block diagram for the logic clip. Each pin of the logic clip is internally connected to a decision gate network, a threshold detector, and a driver amplifier connected to an LED.

5. DECISION GATE NETWORK

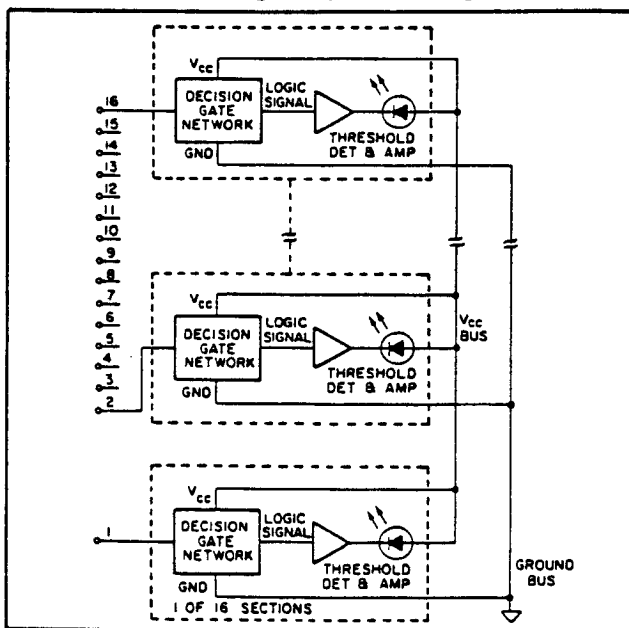
The decision gate networks do the following:

- a. Find IC Vcc pin (power voltage) and connect it to the clip power voltage bus. (This also activates an LED.)
- b. Find all logic high pins, and activate corresponding LED's.
- c. Find all open circuits and activate corresponding LED's.
- d. Find the IC ground pin, connect it to the clip ground bus, and blank the corresponding LED.

6. THRESHOLD DETECTOR-AMPLIFIER

The threshold detector measures the input voltage. If the voltage is over the threshold voltage, the LED is activated. If the voltage is less than the threshold voltage, the LED is not activated. An amplifier at the output of the threshold detector drives the LED.

Figure 2. Logic Clip Block Diagram



Instuderingsfrågor till laboration:

ET21B DIGITAL FELSÖKNING

1. Beskriv och ge exempel på olika feltyper i digitala kretsar.
2. Diskutera störningar i digitala system.
3. Hur används en logisk trigg-tillsats?
4. Beskriv användningen av en logikprob.
5. Beskriv användningen av en pulsgivare.
6. Beskriv användningen av en logikklämma.
7. Beskriv användningen av en strömprob.
8. Beskriv användningen av en logikkomparator.
9. Beskriv användningen av en logikanalysator.