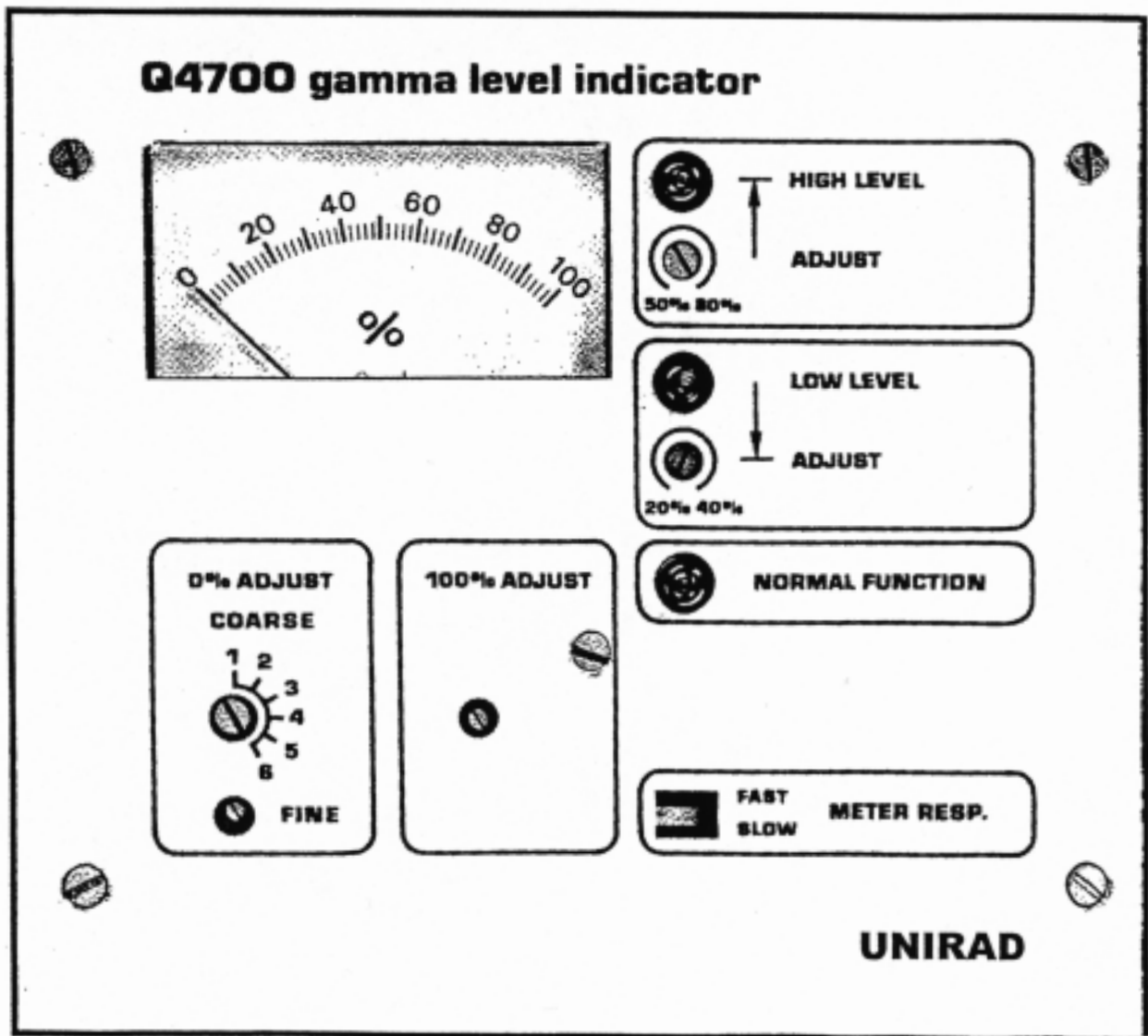


Q 4700 INSTALLATIONS- och BRUKSANVISNING



UNIRAD *Instrument AB*

Box 204
SE-137 23 VÄSTERHANINGE

TELEFON: 08-180845
FAX: 08-180846

www.unirad.se
unirad.instrument@unirad.se

NIVÅVAKT Q 4700

INSTALLATIONS- OCH BRUKSANVISNING

UNIRAD *Instrument AB*

Box 204
137 23 VÄSTERHANINGE

Tel: 08-180845
Fax: 08-180846

www.unirad.se
unirad.instrument@unirad.se

Innehåll

	sida
1. Inledning	4
2. Säkerhetsföreskrifter	6
3. Tekniska data, huvudenhet	8
4. Tekniska data, detektorer	10
5. Montage	11
6. Inkoppling	15
7. Intrimming	17
8. Kretsbeskrivning	18
9. Felsökning	23
10. Radioaktivitetens grunder	27
11. Måttitningar	30
12. Komponentlista	37
13. Kretsscheman	41

1. INLEDNING

1:1 Allmänt

Nivåvakten Q 4700 bygger på en metod med radioaktiv strålning och används huvudsakligen för nivåmätning i slutna kärl och i kärl som innehåller korrosivt material. En strålgivare placeras på ena sidan av kärlet och intensiteten i strålningen mäts på kärlets motsatta sida.

Nivåvakten består av en detektor med kabel (bild 1) och en elektronikenhet (bild 2). Strålgivaren (bild 3) består av det radioaktiva ämnet och strålskärm.

Utrustningen anbringas på kärlets utsida, vilket gör den särskilt lämpad för kontroll av nivån vid höga tryck, höga temperaturer eller under svåra frätande förhållanden. Kärnen kan sålunda vara hermetiskt tillslutna och innehålla t.ex. vätskor, slam, pappersmassa, flis, krossat material etc. Se bild 4.



Bild 1. Detektor typ Q 4700/5 med avtagen kåpa.

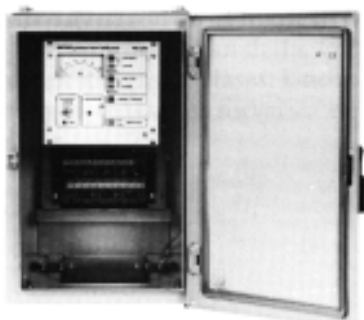


Bild 2. Elektronikenheten i lådmontage



Bild 3. Strålgivare typ Q 4582B

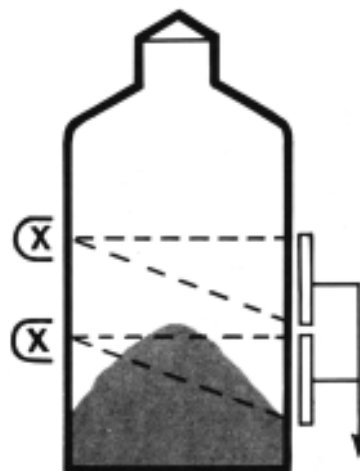


Bild 4. Strålgivare och detektorer monteras på kärlets utsida.

1:2 Strålgivare

Strålgivaren består av ett radioaktivt ämne inneslutet i en strålskärm av bly. Blyväggens tjocklek väljs med hänsyn till det radioaktiva ämnets styrka. Strålningen tas ut genom en öppning i blyväggen. Med olika former på öppningen erhålles varierande spridningsvinklar. Genom att vrida det låsbara handtaget kan strålningen släppas fram eller skärmas av.

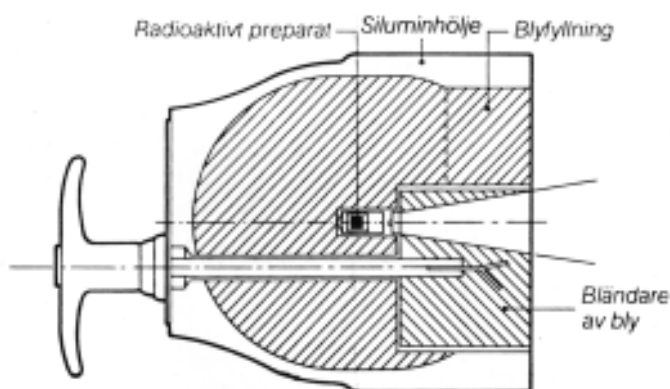


Bild 5. Strålgivare Q 4621 i genomskärning

Strålningen ”läcker ut” även genom blyhöljet, varför det är nödvändigt att begränsa den tid en person får tillbringa i strålgivarens omedelbara närhet. På en meters avstånd från blyhöljet är emellertid stråldosen alltid mindre än $7,5 \mu\text{Sv}$ utom i strålningsriktningen, då strålskärmen är öppen. Avståndet en meter kallas skyddsområde, och personal kan tillbringa hela sin arbetstid utanför detta område utan strålfara.

De använda radioaktiva preparaten är utförda i överensstämmelse med internationella bestämmelser. Vanligen används Co-60 (Kobolt) och Cs-137 (Cesium).

Preparatet Co-60 består av ett stycke solid, cylindrisk kobolt, ca 4 mm i diameter, i en kapsel av rostfritt stål.

Preparatet Cs-137 utgörs av en pärla av cesiumglas i en dubbel kapsling av rostfritt stål.

Kapslingarna för Co-60 och Cs-137-preparaten är testade och klassificerade enligt internationell standard ISO 2919-1980 E.

Strålgivarna (preparat och strålskärm) levereras färdiga för användning och skall installeras enligt föreskrifterna i kapitel 5 Montage.

Gammastrålningen från de radioaktiva preparaten är ofarlig för allt material utom levande vävnad, som tar skada genom inre jonisering. Säkerhetsföreskrifterna i avsnitt 2 måste därför noggrant följas. Det finns ingen risk för skada på kärlet eller dess innehåll.

2. SÄKERHETSFÖRESKRIFTER

STRÅLSKYDDSFÖRESKRIFTER

2:1 Största stråldos

I enlighet med gällande bestämmelser får personal, som i sitt arbete utsätts för radioaktiv strålning, inte erhålla större veckodos än 300 uSv. Detta motsvarar en dos av 7,5 uSv/h (0,75 mR/h) vid 40 timmars arbetsvecka.

För personal i radiologiskt arbete, som är utrustad med persondensitometer samt går på läkarundersökning minst vart tredje år, är tillåtna stråldosen 3 gånger högre.

Eftersom stråldosen inte överstiger 7,5 uSv/h på en meters avstånd från strålskärmen, medför det att man stadigvarande kan vistas på detta avstånd utan att den tillåtna veckodosen överskrides.

Även personer, som aldrig arbetar med radiologisk utrustning, är utsatta för strålning. Radioaktiva ämnen finns nämligen normalt i naturen, och dessa jämte den kosmiska strålningen utsätter oss för ca 10 uSv/dag. En stråldos på upp till 20 uSv/h (gammastrålning) har uppmätts direkt från armbandsur. Under röntgenfotograferingar utsätts kroppen för ganska stora stråldoser, en lungröntgen ger t ex ca 10 000 uSv.

2:2 Ansvar

Den som avser att installera en anläggning innehållande radioaktiva preparat måste först inhämta tillstånd att få inneha och använda strålgivare. En ansvarig föreståndare skall utses, vilken ansvarar för att givna instruktioner följs. Först därefter lämnar strålskyddsmyndigheten tillstånd för innehav och användning av anläggningen.

2:3 Flyttning av strålgivare

Om strålgivaren av någon orsak måste flyttas, skall ansvarig föreståndare informeras om detta. Före demontering skall strålgivaren stängas och låsas. Under den tid strålgivaren är borttagen, måste den förvaras i ett låst och brandsäkert utrymme.

2:4 Kontroll efter installation

Föreståndaren skall kontrollera att alla strålgivare är på plats, att de är i gott skick och att de är installerade enligt givna föreskrifter. Samtidigt skall stråldosen vid detektorn kontrolleras (max. 7,5 uSv/h), samt att varningsskyltarna är monterade på ett korrekt sätt.

2:5 Byte av radioaktivt preparat

Då det radioaktiva preparatets aktivitet har avklingat är ett byte nödvändigt. Detta gäller främst Kobolt-60, som har en sk halveringstid av 5,3 år och ett byte kan bli aktuellt efter ca 10 års tid. Cesium-137 har en halveringstid av 30 år och behöver normalt inte bytas under utrustningens hela driftstid. Vid byte skall en godkänd leverantör kontaktas. Denne installerar då en ny strålgivare som har samma aktivitet som den gamla hade vid tiden för dess leverans. Eventuellt kan den gamla strålskärmen behållas och av leverantören förses med nytt radioaktivt ämne. Ändras aktiviteten, måste en ny ansökan till strålskyddsmyndigheten göras.

2:6 Transport av strålskärmar

Kontakta leverantören för närmare upplysning.

Nämnda säkerhetsföreskrifter är utformade enligt gällande bestämmelser i Sverige. Vid installation i andra länder måste givetvis hänsyn tas till de bestämmelser som gäller i resp. land.

ELEKTRISKA SÄKERHETSFÖRESKRIFTER

2:7 Allmänt

Q 4700 är konstruerad och testad enligt följande säkerhetsbestämmelser för elektriska mätinstrument klass 1: IEC 348, IEC 414 och VDE 0160.

Varning!

Vid felsökning med nätspänningen ansluten kan farliga spänningar bli åtkomliga med spetsiga föremål.

- Vid felsökning i drift skall isolerade verktyg användas.
- Vid byte eller reparation av kretskorten får nätspänningen ej vara ansluten.
- Kontrollera att ingen farlig yttre spänning är ansluten via reläkontakterna.



Mätjord

Apparatens mätjord, TP1 på panelkortet och 0V på baskortet, får ej anslutas till chassiejord om utgångarna för 4 – 20 mA eller +15 V är galvaniskt kopplade till jord.

2:8 Jordning

Enligt IEC, UL och CSA.

Jordledare ansluts till jordningspunkten i apparatlådans jordanslutning.



(ur handboken *Elföreskrifter*, utg. Av Elfackets Centrala Yrkesnämnd. Liber 1980.)

2:9 Inställning av nätspänning

Kontrollera att baskortets nätspänningsomkopplare (SK201) är inställd på den lokala nätspänningen innan den ansluts. Läge 115V för 110-127V AC och läge 230V för 220-240V AC.

2:10 Säkring

Q 4700 är försedd med en säkring, VL 201. Säkringen måste bytas om inställningen av nätspänningsomkopplaren ändras. Använd 5x20 mm glasrörssäkring, 125mA trög för 230V AC eller 250mA trög för 115V AC.

3. TEKNISKA DATA HUVUDENHET

3:1 Strömförsörjning

Nätspänning
50-60 Hz
115 V ± 15%
230 V ± 15%

SK 201 115 V 230 V

Säkring (VL 201) 250 mA 125 mA

3:2 Elektrisk säkerhet

Enligt IEC 348 Klass I. Samtliga in- och ut signaler är galvaniskt skilda från jord. Max. Tillåten spänning mot jord: 250 V AC, 350 V DC.

3:3 Miljö

Driftstemperatur:	0 - +50°C
Luftfuktighet:	0 - 90% RH
Vibrationsprov:	enligt IEC 68
Stötprov	”
Fukt och temperaturprov:	”

3:4 Utsignaler

mA-utgång

Galvaniskt skild från jord, ger 4-20 mA ut beroende på nivån 0-100%. Belastning: max 470 ohm.

Högnivåalarm

Reläsignal inställbar för larm mellan 60 - 100% skalutslag.

Lågnivåalarm

Reläsignal inställbar för larm mellan 20-40% skalutslag.

Reläsignal för funktionsövervakning

Vid normal funktion är reläet (RE 203) draget.

Följande funktioner övervakas:

1. Att matningsspänningen är normal.
2. Att pulsflödet till huvudenheten ej bryts.
3. Signalen ”error” från samtliga detektorer.

De enpoliga växlingskontakterna i relä RE 201, 202 och 203 kan belastas med max 1 A, 220 V vid resistiv belastning. Vid induktiv belastning används gnistsläckare enligt bild 6.

3:5 Tidskonstant

Det radioaktiva preparatet sönderfaller slumpartat. För att ge utsignal och visarutslag tillräcklig stabilitet, lågpasfilteras signalen. Med omkopplaren ”meter respons” SK 101 kan tidskonstanten väljas för snabb eller långsam reaktion. Exempel:(7,5 µSv/h vid detektorn)
Larmnivåmätning med 1 st detektor typ Q 4700/5 och omkopplaren ”meter response” i läge ”fast” ger en larmtid av 3,5 s. Med flera detektorer blir larmtiden kortare.

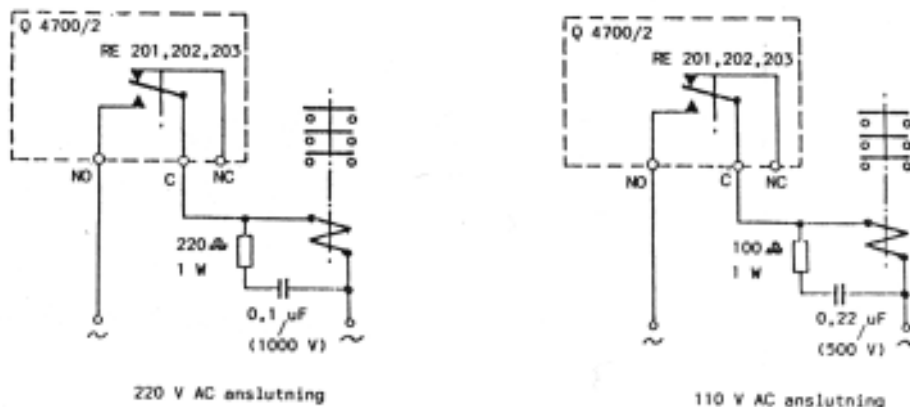


Bild 6. Reläer för hög- och lågnivåalarm samt funktionsövervakning.

3:6 Känslighet

Maximal känslighet för detektor Q 4700/5 vid larmnivåmätning är ca 2 $\mu\text{Sv/h}$ (0,2 mR/h). Med flera detektorer inkopplade blir känsligheten ännu högre. Den naturliga s k bakgrundsstrålningen, ca 0,1 $\mu\text{Sv/h}$ (0,01 mR/h), begränsar möjligheten att arbeta med högre känslighet.

3:7 Max. Kabellängd

För att PFM-överföringen ej skall störas, får den totala kabelkapacitansen inte överstiga 68 000 pF. Med standardkabel (240 pF/m) blir total kabel-längd 280 m. Om lågkapacitiv koaxialkabel (68 pF/m) används för signalen ”out” från detektorn, kan kabellängden ökas till 1 000 m.

3:8 Temperaturdrift

Mätt på 4-20 mA-utgången med fast pulsfrekvens in. Max $\pm 0,05\%$ / $^{\circ}\text{C}$, typiskt värde $\pm 0,02\%$ / $^{\circ}\text{C}$.

3:9 Kapsling

Q 4700/3 Grålackerad plåtlåda, täthet IP 66, se bild 7.

3:10 Anslutningar

Nätspänning och reläsignaler ansluts via den 12-poliga plinten BU 202. Max kabelarea 2,5 mm².

Övriga in- och utgångar ansluts via den 20-poliga plinten BU 201. Max. Kabelarea 4 mm².

I de tre parallellkopplade detektoringångarna på BU 201 kan max. Fyra detektorer anslutas till varje ingång.

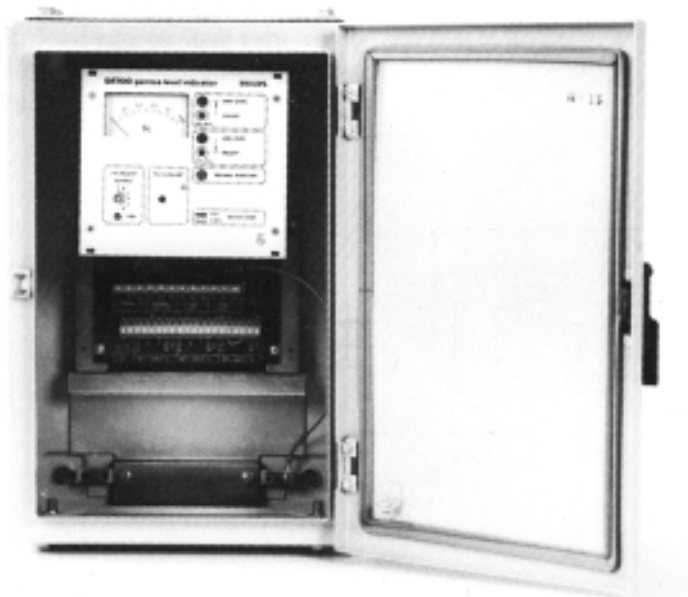


Bild 7. Kapsling Q 4700/3.

4. TEKNISKA DATA DETEKTORER

Typ Q 4700/5 och Q 4700/9

4:1 Strömförsörjning

+15 V DC, +10-20%, galvaniskt skild från jord, max 15 mA.

4:2 Elektrisk säkerhet

Enligt IEC 348 Klass I.

4:3 Miljö

Driftstemperatur:	-40°C - +70°C
Luftfuktighet:	0-95% RH
Vibrationsprov:	Enligt IEC 68
Stötprov:	”
Fukt- och temperaturprov:	”

4:4 Utsignaler

PFM-utgång

Galvaniskt skild från jord. Pulstid $12 \pm 2 \mu\text{s}$, amplitud 10 mA.

Error-signal

Funktionsövervakning, normalt +14 V, vid fel-indikering +6,5 V ut.

4:5 Kontaktdon

Cirkulärt, 6-poligt chassidon enligt MILC-26482-1. Guldpläterad stiftkontakt med bajonettfattning.

4:6 Kapsling

Detektorfäste av rostfritt stål med insats av eloxerad och kromaterad aluminium, som motstår svår miljö under lång tid.
Täthet: IP 67.

4:7 Temperaturdrift

Drift för pulsfrekvens vid fast stråldos:
Max $\pm 0,02\%/^{\circ}\text{C}$
Typvärde $< 0,01\%/^{\circ}\text{C}$

4:8 Detektorkabel typ Q 4700/ 7

4-ledare x $0,22 \text{ mm}^2$ + skärm $0,75 \text{ mm}^2$, svart plastmantlad med ytterdiam. Av 7 mm. Standardlängd 5 m och 10 m. Max kapacitans mellan ledare 240 pF/m. Cirkulärt 6-poligt anslutningsdon enligt MILC-26482-1, guldpläterad hylskontakt med bajonettfattning.

5. MONTAGE

LÄS IGENOM SÄKERHETSFÖRESKRIFTERNA FÖRE MONTAGE

5:1 Allmänt

Det är viktigt att strålgivaren monteras av personal, som har nödvändig kunskap om att handskas med radioaktivt material. Installatörerna måste vara utrustade med instrument för mätning av stråldosrat. För montage av övriga komponenter i nivåmätutrustningen finns inga restriktioner.

Innan utrustningen tas i bruk skall installationen kontrolleras av ansvarig föreståndare.

Vid tveksamhet beträffande strålkällornas och detektorernas placering i förhållande till varandra, kontakta leverantören för information. Placeringen kan variera med kärlets diameter och typ av strålskärm.

5:2 Strålgivare

Kontrollera före montaget att strålgivaren är låst i stängt läge.

Det är viktigt att strålgivaren inte monteras mitt framför en dold balk eller något annat, som kraftigt kan skärma av strålningen. Strålgivaren måste då förskjutas tills strålnippet går fritt.

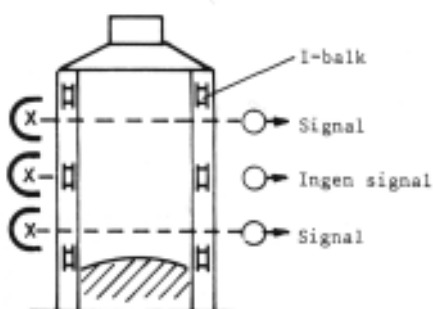


Bild 9. Se till att strålningen går fri från balkar och liknande detaljer i kärlet.

Alla typer av strålningsgivare är utrustade med hål för festsättning med bult. De mindre typerna har 4 st hål i frontplattan, medan de större även har en bottenplatta med fästhål. Se Måttritningar. En fästplatta med motsvarande hål och öppning för strålnippet, se bild 10, svetsas eller fästes på annat sätt vid kärlets vägg.

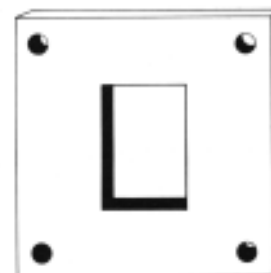


Bild 10. Fästplatta.

Om kärlet är isolerat, kan det vara nödvändigt att ha distanser mellan fästplattan och kärlets vägg. Se bild 11.

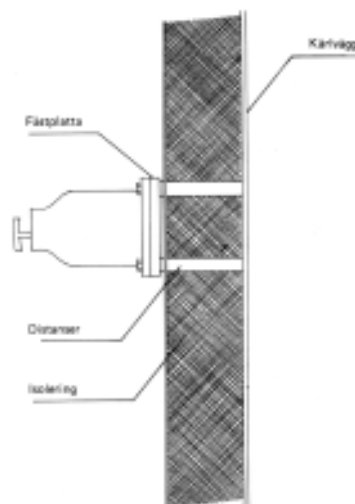


Bild 11. Isolerat kärll. Distanser mellan fästplattan och kärlets vägg.

Om det finns möjlighet att stoppa in exempelvis en hand mellan strålgivarens front och kärlets vägg måste ett beröringsskydd monteras. Detta kan vara tillverkat av järnplåt, aluminiumplåt eller dylikt. Se bild 12.

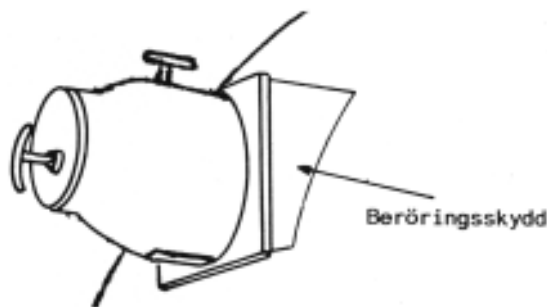


Bild 12. Beröringsskydd mellan strålgivare och kärlvägg.

Ibland är det nödvändigt att kunna justera utrustningen i höjdlid beroende på varierande produktion eller vid osäkerhet om vilken arbetsnivå som är bäst. Strålgivaren monteras då på s k ”ankarskenor”, se bild 13. Även detektorn måste vara justerbar i höjdlid och också den kan monteras på liknande skenor.

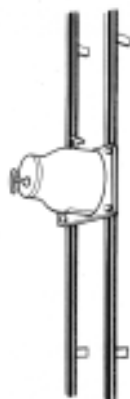


Bild 13. Strålgivare monterad på ”ankarskenor”.

Om stråldosen vid detektorn efter montage visar sig vara högre än $7,5 \mu\text{Sv}$ ($0,75 \text{ mR/h}$), kan en järn- eller blyplåt monteras framför strålgivaren. Den absorberande plåten utformas lämpligen på samma sätt som fästplattan, men utan öppning för strålnippet. Den kläms sedan fast mellan fästplattan och strålgivaren, se bild 14.

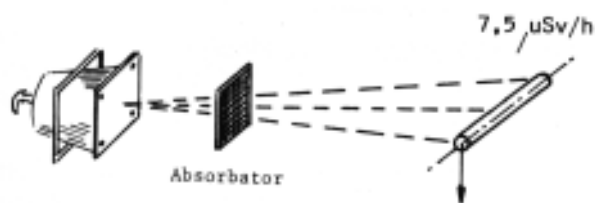


Bild 14. En absorbator kan nedbringa doshastigheten till önskat värde.

5:3 Detektorer typ Q 4700/5 larmnivå

Den korta detektorn är avsedd för larmnivåmätning. Detektorn monteras horisontellt på motsatta sidan av kärlet och på samma höjd som strålgivaren. Om både hög- och lågnivåalarm utnyttjas, monteras en horisontell detektor vid resp. Larmnivå.

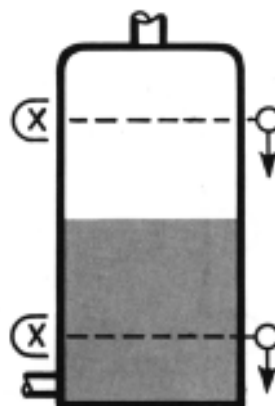


Bild 15. Hög- och lågnivåalarm.

Det rostfria detektorfästet Q 4700/8 har två bultar M8x25 mm fastsvetsade. Se Måttitningar. Två korta vinkeljärn med hål för M8-bultarna monteras mot kärlets vägg. Se bild 16. Detektorfästet monteras därefter med en mutter i vardera vinkeljärnet. Dräneringshål i detektorfästet skall vara vända nedåt.

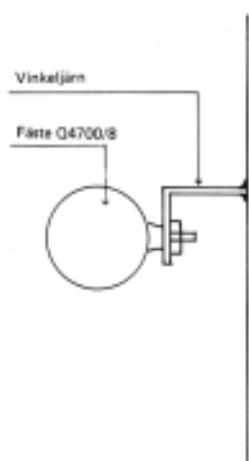


Bild 16. Montage av hållare med L-formade plattjärn mot kärlvägg.

Detektorn monteras i detektorfästet genom att den stoppas in från sidan och fixeras med hjälp av insexskruven på fästets undersida.

5:4 Detektorer typ Q 4700/9 kontinuerlig mätning

Den långa detektorn är avsedd för kontinuerlig nivåmätning. Ofta används flera detektorer och strålkällor för att täcka aktuellt mätområde. Detektorerna monteras vertikalt på motsatta sidan av kärlet.

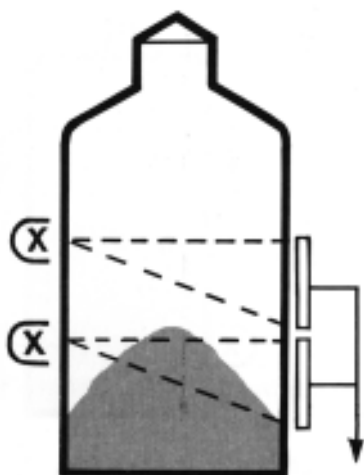


Bild 17. Kontinuerlig nivåmätning.

Det rostfria detektorfästet Q 4700/10 har två bultar M8x25 mm fastsvetsade. Se Måttitningar. Ett U-format plattjärn för varje M8-bult monteras på kärlets vägg. Det mellersta plattjärnet kan utnyttjas för att montera två detektorfästen. Se bild 18.

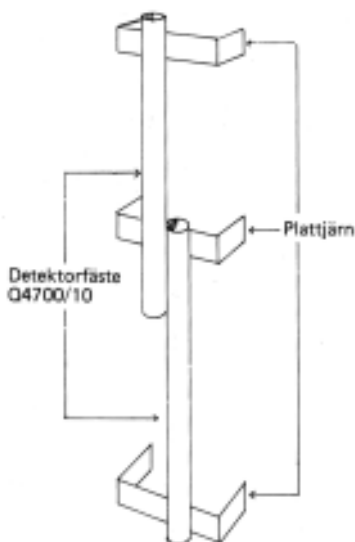


Bild 18. Montage av hållare med U-formade plattjärn mot kärlvägg.

Vid montering av flera detektorer monteras detektorfästena Q 4700/10 så att de ligger omlott. Se bild 18.

Detektorn monteras i detektorfästet genom att den förs in underifrån och fixeras med insexskruven.

OBS!

Ofta är det inte nödvändigt att montera detektorerna så tätt, utan de kan spridas ut något. Vanligt är t. ex. Med en detektor per meter. Avgörande är givetvis kravet på upplösning.

5:5 Huvudenhet

Huvudenheten finns i två utföranden:

Q 4700/1,2,3: Enheten monterad i grå plåtlåda för montage på vägg etc. Bild 19.



Bild 19. Elektronikenhet i lådmontage

Lådmontage

Lådan levereras med fyra kabelförskruvningar 22,5 mm. Möjlighet finnes att montera ytterligare fem förskruvningar i lådans bottenfläns. Lådan har fyra fästhål, som är tätade med packningar av noeprengummi. Se även Måttitningar.

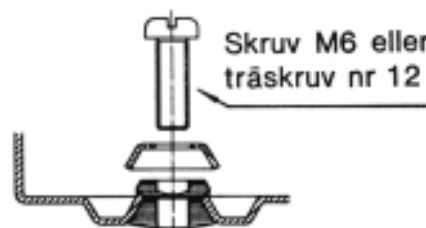


Bild 20. Tätning för lådans fästhål.



Bild 22. Föreskriftsskylt IR 1059.

5:6 Varningsskyltar

Med utrustningen följer ett antal varningsskyltar. Själva strålskärmen levereras med alla erforderliga skyltar monterade.

De skyltar som användaren själv skall montera är föreskriftsskylt, bild 22, och manluckeskyt, bild 23.

Föreskrifterna skall, om möjligt placeras i närheten av strålkällan på ca 1 m avstånd. På föreskriftsskylten skall namnet på strålskyddsförståndaren finnas.

Manluckeskyt skall monteras vid alla manluckor eller öppningar, där man kan gå in i den nivå-bevakade behållaren.



Bild 23. Manluckeskyt IR 1060.

6. INKOPPLING

6:1 Nätanslutning

Fas och nolla viras ett varv genom det bifogade ferrit röret.

Fas anslutes till BU 202:1 och nollan till BU 202:2. Jordledaren skall anslutas till lådans jordskruv.

6:2 Reläutgångar

Anslutningar till reläutgångarna finns på BU 202 skruv 4-12.

Belastning: se teknisk specifikation.

Reläerna för hög och låg nivå drar vid larm, medan funktionsövervakningsreläet faller.

6:3 4-20 mA-utgång

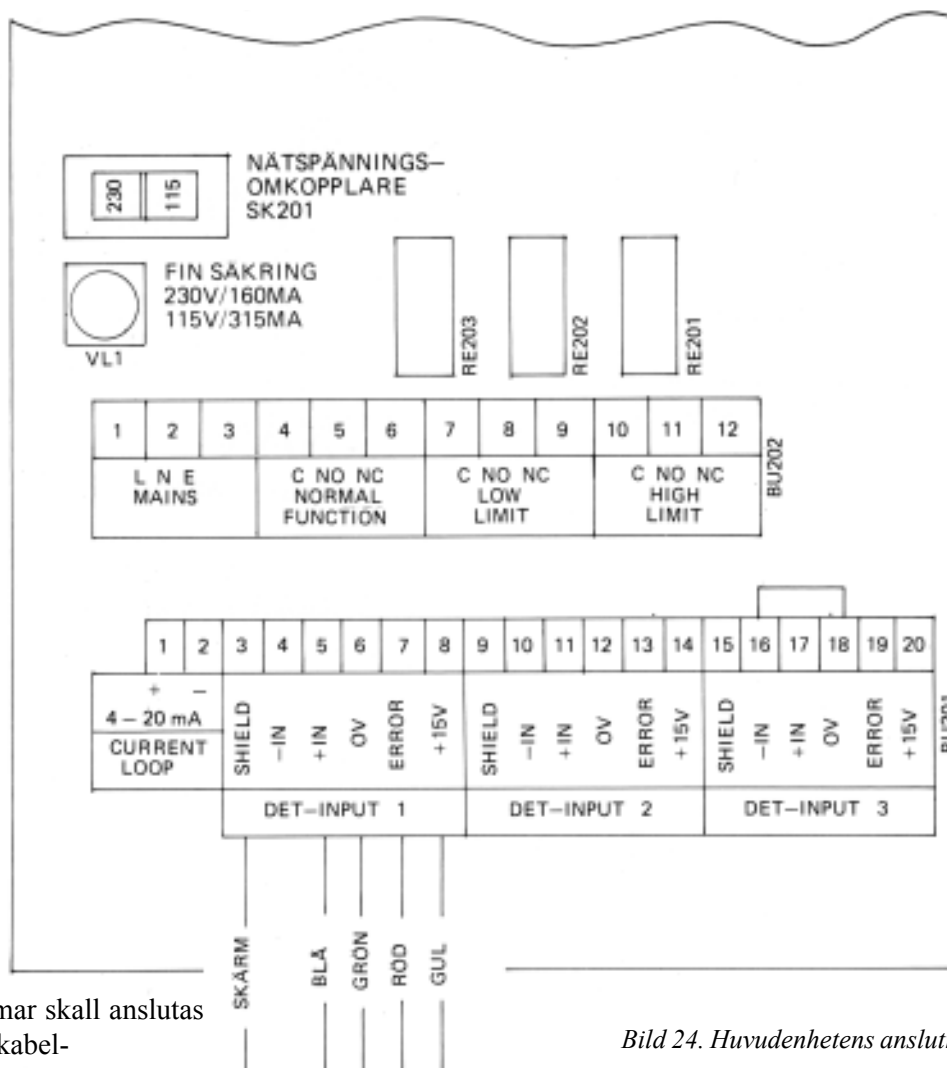
Utgången är galvaniskt skild från jord. + ansluts till BU 201:1 och – till BU 201:2. För att undvika störspänningar skall en jordanslutning införas, antingen vid huvudenheten eller vid ansluten enhet. Max belastning är 470 ohm.

6:4 Inkoppling av detektorer

Till huvudenheten kan ett stort antal detektorer anslutas. Plinten 201 har 3 st. Parallellkopplade ingångar, och detektorerna kan godtyckligt fördelas över dessa. Plinten har så stora öppningar att 4 st. Detektorkablar kan anslutas till varje ingång.

Färgkod kabel	Plint BU 201	Jordas i
Skärm	Shield	Kabelgenomföring.
–	-IN	4, 10,16
Blå	+IN	5, 11,17
Grön	0 V	6, 12,18
Röd	Error	7, 13,19
Gul	+ 15V	8, 14,20

OBS! - IN och 0 V måste vara byglad på en av detektoringångarna för att pulsöverföringen skall fungera.



Obs!
Alla skärmar skall anslutas till jord i kabelgenomföringarna.

Bild 24. Huvudenhetens anslutningsplintar.

6:4 A Skarvning av detektorkablar

Det är möjligt att skarva eller att ansluta ett antal detektorkablar till en kopplingsbox och sedan gå vidare med en gemensam kabel till huvudenheten. Detektorkablarna parallellkopplas enligt bild 25.

6:4 B Extremt lång detektorkabel

Vid avstånd över 280 m mellan detektor och huvudenhet måste PFM-signalen (+ IN) ledas via koaxialkabel (68 pF/m) enligt bild 26. Avståndet kan då ökas till 1 000 m.

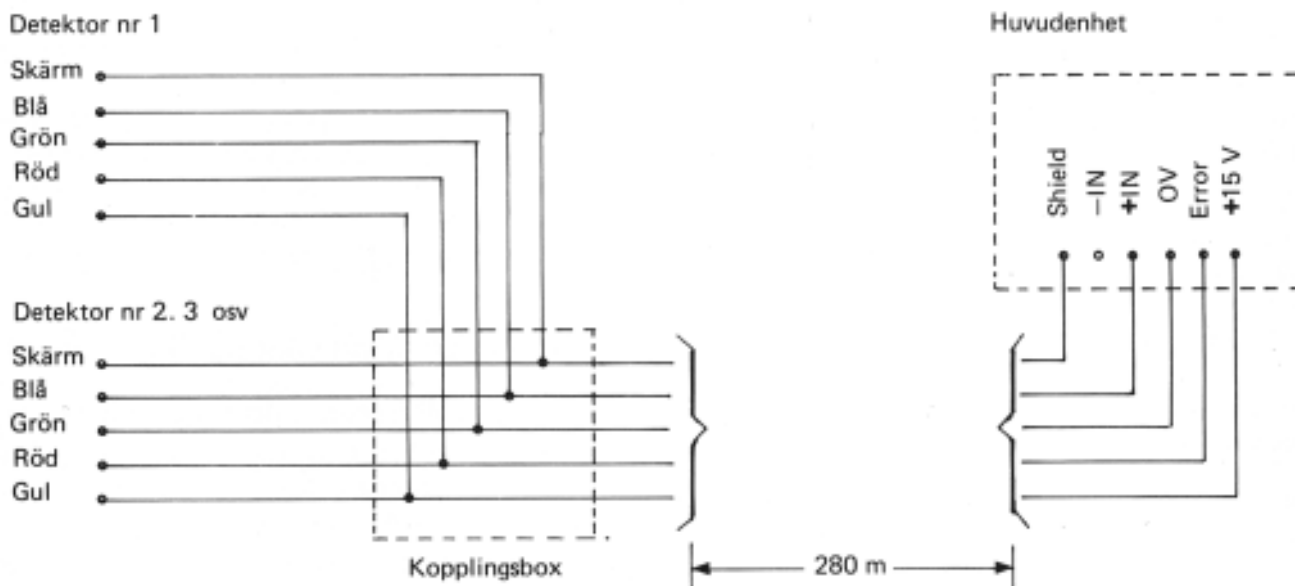


Bild 25. Skarvning av detektorkablar via kopplingsbox.

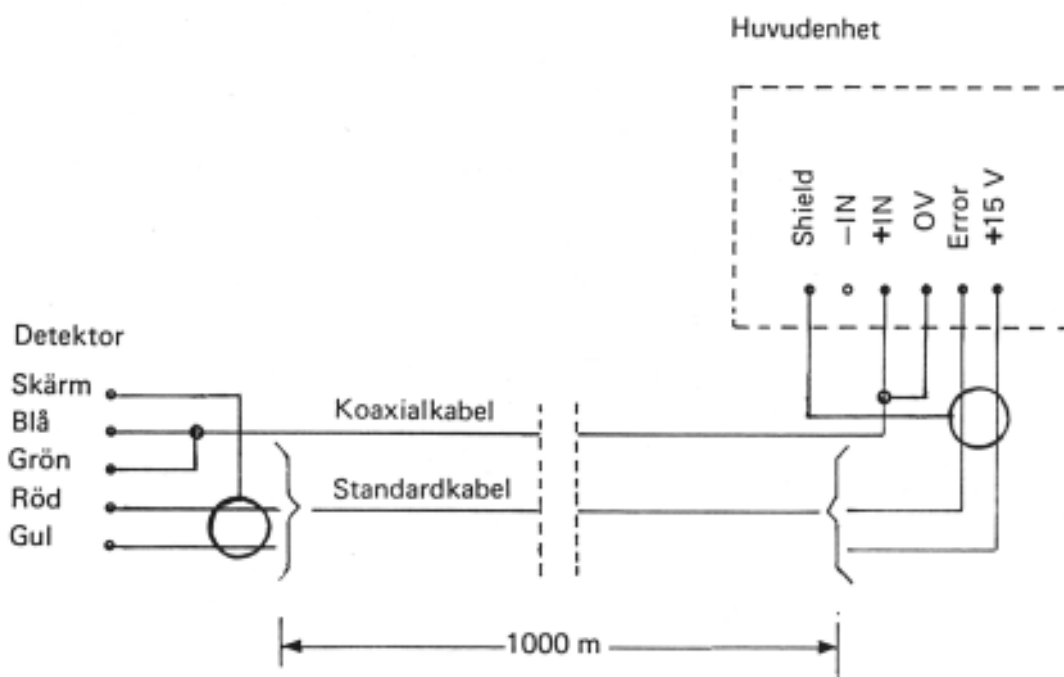


Bild 26. Inkoppling av detektorer via koaxialkabel.

7. INTRIMMNING

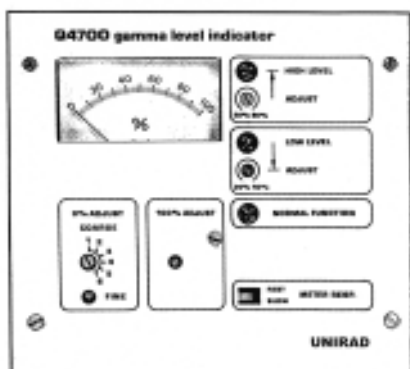


Bild 27. Elektronikenhetens frontpanel.

7:1 Allmänt

kontrollera att materialnivån är nedanför strålvägen. Mät strålningsintensiteten vid detektorn, som inte skall överstiga 7,5 Sv/h. Med omkopplaren ”Meter resp.” väljs lämplig tidskonstant. Normalt används läge ”Fast” vid larmnivåmätning och ”Slow” vid kontinuerlig mätning.

7:2 Justering vid larmfunktion

- Ställ in omkopplaren ”Meter resp.” i läge ”Fast”.
- Välj känslighet ”0% Adjust” med omkopplaren ”Coarse”. Normalt i läge 4 för en eller två larmnivåer.
- Finjustera till 0 % skalutslag med potentiometern ”Fine”.
- Öka nivån i kärlet så att den täcker strålvägen, eller stäng strålkällan.
- Justera till 100% skalutslag med potentiometern ”100% Adjust”.
- Ställ in larmpunkten för hög och låg nivå genom att öppna och stänga strålkällan. Vid larmpunkten tänds respektive lampa. Hög nivå justeras med potentiometern ”High level adjust” 60-100% skalutslag och låg nivå med ”Low level adjust” 20-40%.

7:3 Justering vid kontinuerlig mätning

- Ställ in omkopplaren ”Meter resp.” i läge ”Slow”.
- Välj känslighet ”0% Adjust” med omkopplaren ”Coarse”. Normalt i läge 4 för 1-3 st detektorer typ Q 4700/9 och i läge 5 för 2-12 st.
- Finjustera till 0 % skalutslag med potentiometern ”Fine”.
- Öka nivån i kärlet så att den täcker hela mätsträckan, eller stäng strålkällan.
- Justera till 100% skalutslag med potentiometern ”100% Adjust”.

Om larmnivåer önskas inom det kontinuerliga mätområdet, justeras dessa enligt punkt 7:2 F.

	”Fast”	”Slow”
Läge 1	Används ej i drift	Används ej i drift
Läge 2	1st Q4700/5 mkt låg intensitet	1st Q4700/5 låg intensitet
Läge 3	1st Q4700/5 låg intensitet	1-3st Q4700/5
Läge 4	1-3st Q4700/5	1-3st Q4700/9
Läge 5	1-3st Q4700/9	2-12st Q4700/9
Läge 6	2-12st Q4700/9	

8. KRETSBESKRIVNING

8:1 Allmänt

Nivåvakten består av en eller flera detektorer som via detektorkablar ansluts till en huvudenhet.

Huvudenheten :

* Q4700/1,2,3: Kretskorten monterade i grå plåtlåda för montage på vägg etc.

Detektorerna finns i två varianter:

* Q4700/5: Enkel detektor med 1st sensorrör.
Aktiv längd = 0,15 m.

* Q4700/9: Dubbel detektor med 2 st sensorrör.
Aktiv längd = 0,6 m.

8:2 Detektorns blockschema

Detektorn innehåller 1 eller 2 Geiger-Müller-rör (CT1/CT2) som vid joniserande bestrålning ger pulser med ca 200 μ s längd. Pulsfrekvensen är proportionell mot strålningens intensitet.

Varje GM-rör drivs via en sänningsdelare från ett 450 V spänningsaggregat som är reglerat och temperaturkompenserat för att minimera detektorns temperaturdrift.

Från spänningsdelarens mittuttag erhålls över en hög impedans pulser med ca 50 V amplitud och 200 μ s pulstid.

Pulsformningskretsen omformar pulserna till 10 μ s längd och ca 10 mA amplitud för att passa huvudenhetens ingång.

För varje Geiger-Müller-rör finns en funktionsövervakningskrets som även övervakar pulsutgång och matarspänning.

Ut- och felsignaler från de olika GM-rören sammankopplas med "wired or", vilket möjliggör parallellkoppling av ett stort antal detektorer utan förlust av information.

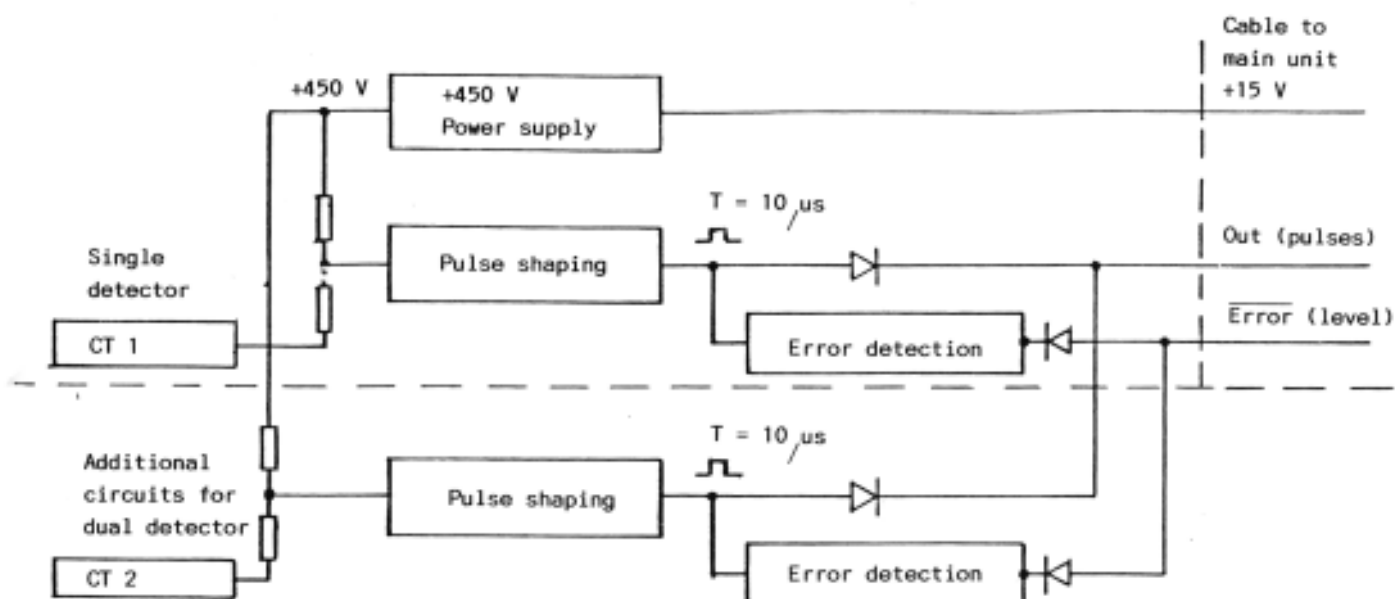


Bild 28. Blockschema för detektorer

8:3 Beskrivning enligt schema 4031 100 42180 (se Kretsscheman)

Spänningsmatning

0 V och +15 V från anslutningsdon BU 1 pin C och F. Skydd mot fel polaritet och negativa spänningstransienter ges av GR9, som sänker drivspänningen till ca 14 V. C7 ger ytterligare störningsundertryckning.

450 V drivspänning alstras av en switchad DC-DC-omvandlare av fly-back-typ. Hjärtat är den självsvängande oscillator som tre grindar i IC3 bildar. När högspänningen är under 450 V, svänger oscillatorn vid ca 25 kHz med 50% duty-cycle. Frekvensen bestäms av C3 och R4. R3 skyddar pin 1 och 2 från skadliga ingångsströmmar. Oscillatorns utgång, pin 4, driver switchtransistorn TS 2, (MOSFET).

Transformatorn TR1 matas i pin 2 från +14 V och "Laddas" när pin 3 kortsluts till jord via TS2, då dess Vgs är hög.

När Vgs går låg, stryps TS2 och transformatorns magnetiska energi "urladdas" från uttag 4 via GR6 och GR5 över glättningskondensatorn C6.

Reglering

Vid låg spänning är reglertransistorn TS1 strypt då dess gate sänks till 0 V av R6. När toppvärdet av spänningen vid TR1(4) når 450 V, blir utspänningen över TR1(3) 150 V varvid ström flyter genom GR4 och GR3 och laddar upp RC-kretsen R6-C4. TS1 börjar leda (som en variabel resistans) och förskjuter därmed oscillatorns DC-nivå uppåt, så att utgångens duty-cycle minskar och utspänningen begränsas till ca 450 V oavsett inspänning.

Soft start

Ges av GR1 och R5, som hindrar oscillatorn att svänga när matningsspänningen understiger 5 V.

Pulsformning

Vid spänningsdelaren R1/R2 resp. R10/R15 tas signal ut från mittpunkten. Nivån är 450 V. Kondensatorerna C1 och C8 spärrar DC-komponenten. R16 och R17 drar upp DC-nivån till +14 V. De negativa pulserna på 50 V klipps vid -0,5 V av skyddsdioden som ingår i IC1 och IC2. C12 och C11 begränsar störningar så att vipporna ej dubbeltriggas. Monovippornas pulstider 10 us ges av R7/C2 och R12/C9. R8 och R13 begränsar utströmmen till 10 mA när utgången BU1 pin D belastas med huvudenhetens optokopplare. Diodeerna GR7 och GR11 ger "wired or": När utgången är hög, släpps signal igenom. När utgången är låg spärrar dioden så att de parallella kanalernas pulser ej shuntas till jord. Ett stort antal detektorer kan då parallellkopplas utan funktionsstörningar.

Funktionsövervakning

Utpulserna från IC2 pin 6 triggas nästa vippa i samma krets, via pin 11. Den är återtriggbar med en pulstid = $C5 \times R9 = 10s$. Då pulserna från GM-röret redan vid bakgrundsstrålning får en frekvens av 1,5 Hz, kommer vippan, vid normal funktion hos CT1, alltid att ge hög nivå på utgången. Nivån = matningsspänningen.

Om matningsspänningen sjunker under ca 12 V, eller pulser uteblir under längre tid än 10 s, läggs pin 10 på en lägre potential, och drar via dioden GR8 ned nivån på BU1 pin E så lågt att huvudenhetens funktionslarm aktiveras. Om andra anslutna detektorers "Error"-signaler ligger på högre spänning, hindrar deras seriedioder (motsv GR8) dessa från att leverera ström. Oavsett antalet parallellkopplade detektorer, räcker det att en av vipporna går låg, för att funktionslarmet skall aktiveras (wired or).

IC1 fungerar på likartat sätt.

8:4 Huvudenhetens blockschema

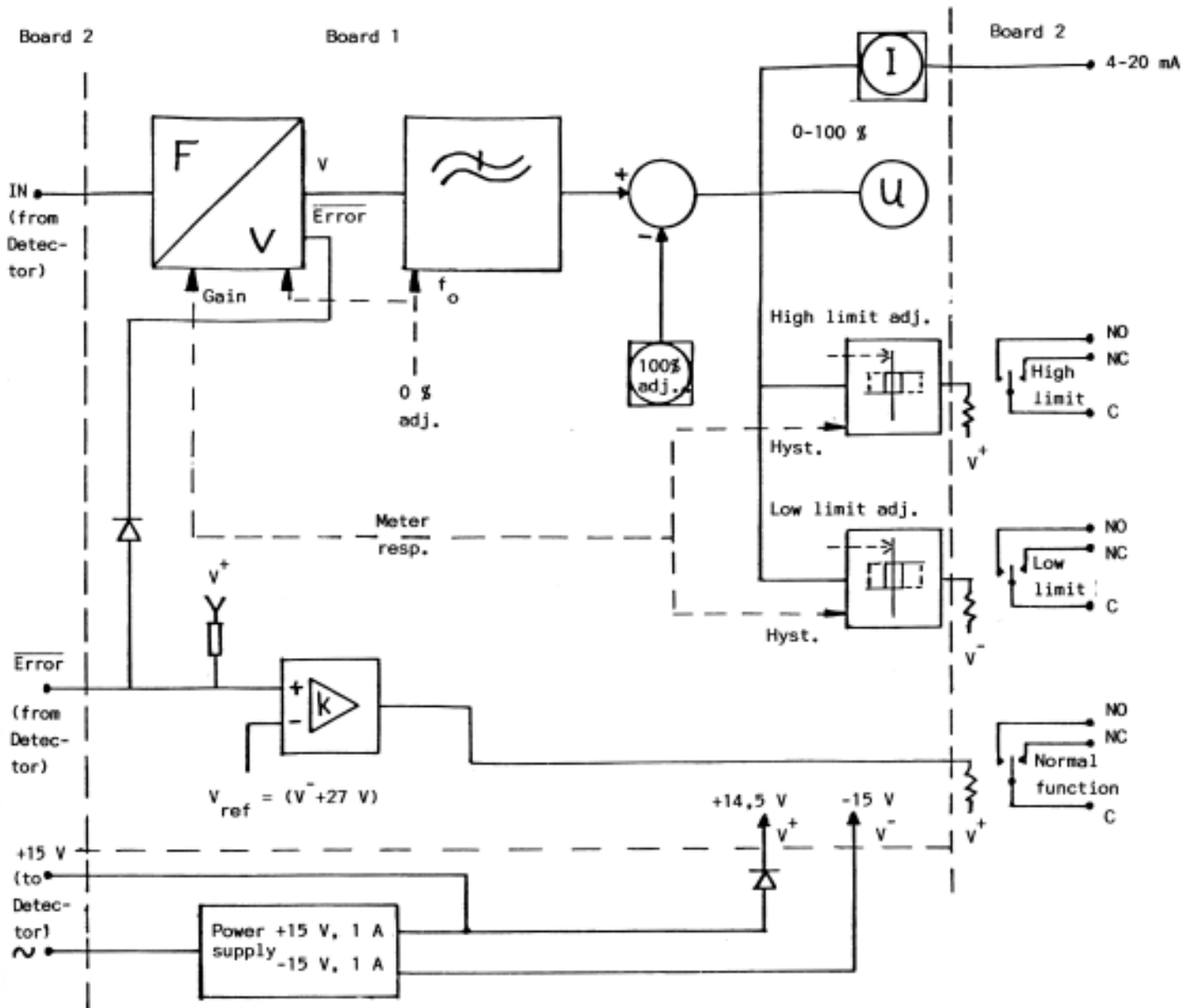


Bild 29. Kretsbeskrivning.

Funktionsbeskrivning

Pulserna från anslutna detektorer matar en frekvens/spänningsomvandlare vars känslighet styrs av "0 % adjust" och "Meter resp".

Detektorpulsernas medelfrekvens är proportionell mot strålningens intensitet, men tidsskillnaden mellan pulserna är slumpmässigt fördelad (Poisson-fördelning). Därför ger F/V-omvandlaren ett stort rippel, vilket begränsas av det efterföljande lågpasfiltret (LP), vars gränshfrekvens anpassas till vald känslighet (0 % adjust). LP-filtrets utspänning är högst då behållaren är tom och lägst då behållaren är full och dämpar strålningen maximalt.

För att få en "rättvänd" signal subtraheras därför från LP-filtrets utsignal en offset som motsvarar LP-filtrets maximala utspänning. Den erhållna signalen driver sedan visarinstrument, ström-utgång och Schmitt-triggers för hög- och lågnivå-larm.

Funktionsövervakning sker med en komparator som ger larm om "Error" < $V^- + 27$ V. Då signalen "Error" aldrig överstiger V^+ , övervakas därmed även att V^+ ej understiger 12 V.

Normalt är "Error" +14V. Då måste $V^- > 12$ V för att komparatorn ej skall slå om och ge larm.

8:5 Uppbyggnad

All elektronik finns på 2 kretskort; alla anslutningar sker på baskortet (kort 2) där också reläer och linjär strömförsörjning finns.

Övrig elektronik, lysdioder, visarinstrument, trimpunkter och frontpanel är monterad på panelkortet (kort 1).

Förbindelsen mellan kort 1 och 2 sker med en 26-polig bandkabel där dubbla ledare används för varje signal.

8:6 Kort 2 enligt schema 4031 100 42060 (se Kretsscheman).

Anslutningar för nätspänningar och reläutgångar sker på skruvplint BU 202. Strömutgång 4-20 mA, och detektorutgångar finns på BU 201.

Nätsäkringen VL1 är 125 mA vid 230 V och 250 mA vid 115 V. Omkoppling mellan 115/230 V nätspänning sker med omkopplaren SK 201.

Sekundärspänningen från TR 201 likriktas i bryggan GR 201, laddar glättningskondensatorerna C201 och C202 till ca +23 V resp -23 V. Efter regulatorerna IC201 resp. IC 202 erhålles +15 V + 0,6 V. GR 202 ligger i serie med + 15 V till kort 1, för att hindra negativa transienter (vid inkoppling av detektorer) att nå kort 1. Diodspänningsfallet sänker spänningen till 14,5 V.

Relä 201 och 203 har spolens ena pol ansluten till +15 V, varför en inverterad signal (-15 V) krävs för att dra reläet (HINV, NFINV). Relä 202 dras av -15 V vid ena polen och positiv signal (L) vid andra polen.

8:7 Kort 1 enligt schema 4031 100 42030 (se Kretsscheman).

Ingång: Insignal från detektorn utgöres av 10 us långa impulser om 10 mA över PFM+ och PFM-.

Normalt ansluts PFM- till 0 V. R383 minskar inverkan av kabelkapacitans och störningar.

Inströmmen driver lysdioden i optokopplaren IC 101. För att öka optokopplarens snabbhet, drivs den med +5 V via R 103 och GR 101, samt ger låg utsignal på max 0,7 V över R 102 och basen på TS 101. Kollektorn ger pulser på 15 V och 10 μ s (TP5), vilka triggar F/V-omvandlaren (Frekvensspänningsomvandlare).

F/V-omvandlare

Varje puls på ingången (IC 102 pin 4) ger upphov till en utpuls med bestämd amplitud (=14 V) och pulstid (=RxC.). Likspänningens medelvärde i TP 6 är då proportionellt mot in-frekvens x RC, där C bestäms av omkopplaren "meter resp": Läge slow; C=680 pF. Läge fast; C=2,88 nF. R styrs av omkopplaren "0 % adj.coarse", som kopplar in R105 + R106,.....R110.

LP-filer

Kretsen mellan TP6 och TP7 utgör ett aktivt lågpasfilter (LP-filer) med variabel gränsfrekvens f och förstärkning G. Filtret omvandlar de oregelbundna pulserna i TP6 till en fluktuerande likspänning i TP7. För att ripplet skall vara oberoende av inställd känslighet, påverkas f både av förstärkningen i V/F-omvandlaren (0 % coarse) och av förstärkningen i LP-filtret (0 % fine).

IC 103 fungerar som inverterare där:

$$G = \frac{R(0\% \text{ fine}) + 68,1k}{7,5k} \quad \text{där}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi (R(0\% \text{ fine}) + 68k) C (0\% \text{ coarse})}$$

R113 påverkar ej förstärkningen, eftersom ingången IC 103 pin 2 är högimpediv och ingen ström flyter i motståndet, men skyddar ingången mot överströmmar vid fränslag av drivspänning.

Offset

Signalen i TP7 är "felvänd". Vid 0% på instrumentet B101 är spänningen ca -10V. Vid 100 % är U ca 0 V. För att vända signalen rätt används inverteraren IC 104 pin 8, 9, 10. Den har två summerande ingångar (R115 och R116) och förstärkn = 1. Till ingången R115 (-10 V...0 V för 0...100% visarutslag) adderas en spänning från VR 102 (ca 8,5-14,5 V) över R116. Resultatet blir en rättvänd signal över TP8 (0...-10 V för 0...100 %). Om VR 102 ställs i min. resistans erhålles +14,5 V över R116.

0...-10 V vid TP8 motsvaras då av ett inspänningsområde vid TP7 av -14,5 V. Då trimning till 100% kan ske vid -4,5 V in, kan en bakgrundsstrålning eller reststrålning motsvarande 30% av fullt utslag (0% vid -14,5 V) trimmas bort.

4-20 mA-utgång

IC 104 pin 5,6 och 7 utgör en inverterare där pin 5 och 6 ligger på 0 V.

$$\begin{aligned} \text{Förstärkningen} &= \frac{U(\text{TP9})}{U(\text{TP8})} = \frac{R_{123}}{R_{120}/R_{121}} \\ &= \frac{2,61\text{k}}{10\text{k}/4,64\text{k}} = 0,317 \end{aligned}$$

Utgången (TP9) genererar ström över R110 och R123. 10 V in (TP8) ger utströmmen

$$\frac{10\text{ V} \times 0,317}{(215\text{ ohm}/2,61\text{k})} = 16,0\text{ mA}$$

0V ger 0,0 mA.

För att ge 4-20 mA adderas en offsetström via R122 till -15 V, vilken ger en offset på utströmmen=

$$\frac{-15\text{ V} \times 2,61\text{k} \times (-1)}{49,9\text{k} (215\text{ ohm}/2,61\text{k})} = 3,95\text{ mA}$$

0-10 V i TP8 ger därmed utsignalen 3,95 – 19,95 mA, där avvikelser från önskad 4-20 mA är låg jämfört med galvanometerens (klass 2,5) och motståndsnätets (1%).

High limit indikering

IC 104 pin 12-14 bildar med sitt motkopplingsnät en Schmitttrigger (ST). Med VR 103 kan ST:s arbetspunkt varieras mellan ca 60 och 100%.

$$\text{Relativ hysteres} = \frac{R_{124} (\text{Sving-ut})}{R_{126} + R_{127} (\text{Sving-in})}$$

Sving-in är 10 V

Sving-ut $V^+ - V^- - 2\text{ V} = 27\text{ V}$

R 127 kan kortslutas med SK 101 i läge "Fast".

Med SK 101 öppen erhålles Hysteresen

$$\frac{10\text{k} \times 27\text{ V}}{430\text{k} \times 10\text{ V}} \times 100\% = 6,3\%$$

Med SK 101 slutet erhålles Hysteresen 12,6%.

ST:s insignal (TP8) är 0 V vid 0% och -10 V vid 100% visarutslag. ST:s utgång (IC 104 pin 14) ger normalt +13,5 V och efter omslag till hög nivå -13,5 V, varvid emittern på TS 103 läggs på -12,8 V. Re 201 dras via lysdioden GR 107.

Low limit indikering

IC 104 pin 1-3 bildar Schmitttrigger (ST) för low limit. Med VR 104 varieras arbetspunkten mellan ca 20 och 40%.

$$\text{Relativ hysteres} = \frac{R_{129} (\text{Sving-ut})}{R_{131} + R_{132} (\text{Sving-in})}$$

Med SK 101 öppen (slow) erhålles Hysteresen

$$\frac{28,7\text{k} \times 27\text{ V}}{766\text{k} \times 10\text{ V}} \times 100\% = 10,1\%$$

Med SK 101 slutet (fast) erhålles Hysteresen 20,2%

ST:s insignal är samma som vid high limit-indikering medan utsignalen normalt är -13,5 V och efter omslag till låg nivå +13,5 V. Emittern TS 104 läggs då på +12,8 V och Re 202 drages via lysdioden GR 108.

Funktionsindikering

Signalen Error (TP15) har normalt potentialen $V^- + V(\text{GR } 103) + V_{\text{BE}}(\text{TS } 105) = -15\text{ V} + 24\text{ V} + 0,7\text{ V} = 9,7\text{ V}$. Normalt drivs en ström av 0,6 mA genom R134, GR 103 och basen på TS 105 har $\beta=100$. Kollektorström vid botten transistor = 25 mA, varför 0,25 mA är tillräckligt för att botten transistor. Vid normal funktion är Re 203 draget via lysdioden GR 109 och TS 105.

Samtliga Error-utgångar i detektor och huvudenhet ligger normalt på +14,5 V, men höjer ej potentialen i TP 15 då varje utgång försetts med en seriediod som spärrar (se GR 102). När någon Error-utgång sjunker under 9,0 V börjar den suga ström via seriedioden, varvid GR 103 shuntas, TS 105 stryps, lysdioden GR 109 släcks och RE 203 faller.

9. FELSÖKNING

9:1 Allmänt

Nivåvakt Q 4700 är konstruerad och tillverkad med mycket höga kvalitetskrav. Både detektorer och huvudenhet är försedda med funktionsövervakningskretsar, vilket gör driften säkrare samt underlättar felsökning.

9:2 Enkel felsökning

A. Om huvudenheten är "död", kontrollera säkringen VL 201.

B. Om den gröna lampan "Normal function" slocknat och dess relä fallit – byt ut detektorn eller detektorerna en i taget tills dess den gröna lampan åter tänds.

C. Om utrustningen inte reagerar på nivåändringar: Kontrollera med en strålningsmätare att strålningen från strålgivaren träffar detektorn.

9:3 Fullständig felsökning

Om felet ej hittas med enkel felsökning kan en ingående felsökning göras med hjälp av två flödesscheman. Schemat i bild 30 gäller vid fel då den gröna lampan "Normal function" har slocknat och dess relä har fallit. Schemat i bild 31 används om den gröna lampan "Normal function" lyser, men utrustningen ändå inte fungerar normalt. I de flesta fall räcker panelens indikeringar till för felsökningen. I några fall behöver dock panelplåten avlägsnas, så att det underliggande kretskortets testpunkter blir åtkomliga. Se separata ritningar för testpunkternas placering på panelkortet Q 4700/1 och baskortet Q 4700/2. Detektorerna behöver aldrig öppnas vid felsökning i systemet.

9:4 Avhjälpande av fel

Snabbast och enklast är att den felaktiga enheten byts ut.

Reparation av baskortet Q 4700/2 kan lätt utföras av användaren med hjälp av kapitel 8 Kretsbeskrivning. Kretsbeskrivning finns även för panelkortet Q 4700/1 och detektorerna Q 4700/5, Q 4700/9 men reparation av dessa enheter är mera krävande, varför vi rekommenderar att dessa sändes till Unirads serviceverkstad.

Felsökning Q4700 vid funktionslarm

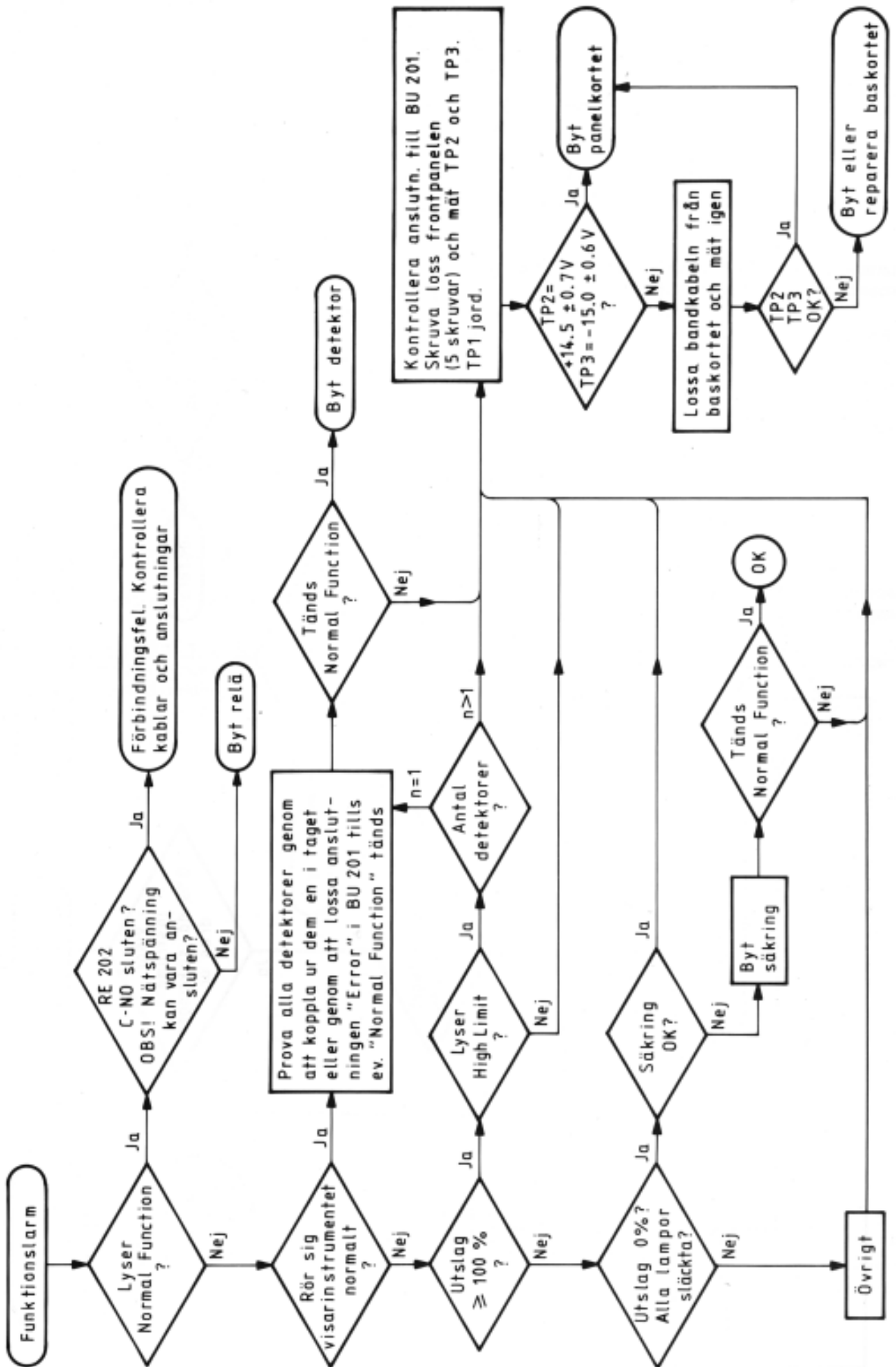


Bild 30. Schema för felsökning. Funktionslarm aktiverat.

Felsökning Q4700, funktionslarm ej aktiverat

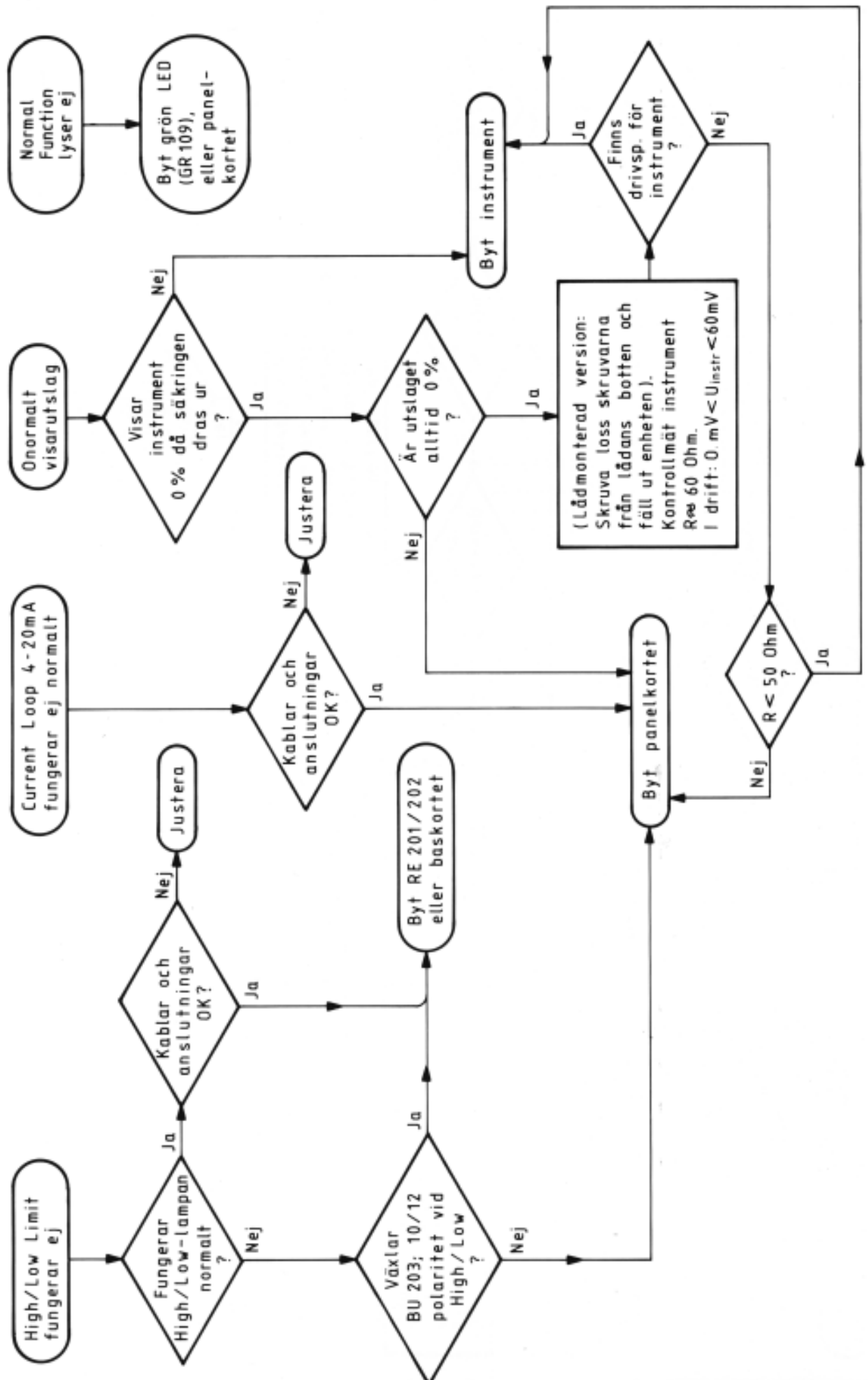


Bild 31. Schema för felsökning. Funktionslarm ej aktiverat.

9:5 Byte av panelkort Q 4700/1

- Lossa panelplåtens fem försänkta fästskruvar och lyft av panelen.
- Lossa de två övre skruvarna i bottenramen och vik ut hela elektronikenheten något.
- Lossa bandkabelkontakten på baskortet och drag ut panelkortet uppåt.
- Vid montering av panelkortet är det viktigt att kortet skjuts ner i sidoplåtarnas styrspår. Montering sker i omvänd ordning.

9:6 Byte av baskort Q 4700/2

- Kontrollera att alla yttre spänningar är brutna. Lossa alla kablar som är anslutna till kopplingsplintarna BU 201 och BU 202 samt den separata jordledningen från baskortet som är ansluten till lådan.
 - Demontera panelkortet enligt anvisningar i avsnitt 9:5.
 - Lossa de två övre skruvarna i bottenramen om detta inte redan är gjort, vik ut och haka loss baskortet med bottenram.
 - Lossa de sju stjärnskruvarna utmed kortets långsidor och lyft bort kortet.
- Montering sker i omvänd ordning.

10. RADIOAKTIVITETENS GRUNDER

All materia är uppbyggd av atomer som i sin tur består av en kärna med ett antal positivt laddade protoner. Kärnan är omgiven av ett moln negativt laddade elektroner av samma antal som protonerna. Antalet protoner eller elektroner ger materia dess atomtal, som är karakteristiskt för varje material (från 1 för väte till 92 för uran).

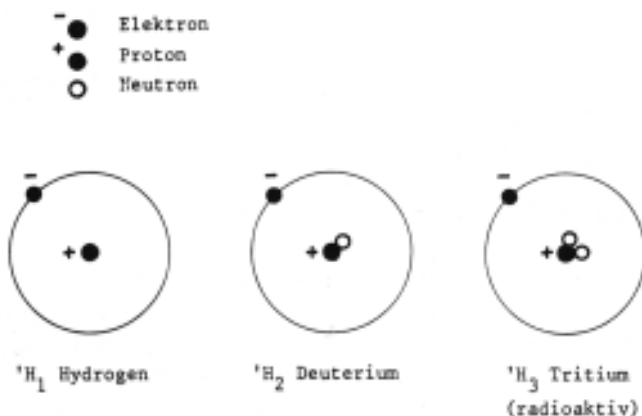


Bild 32. Olika väteisotoper.

Kärnan innehåller dessutom neutroner vars antal varierar. Varje neutronnummer motsvarar en isotop av materia ifråga. En del av dessa isotoper är instabila och sönderfaller under det att de sänder ut radioaktiv strålning.

Radioaktiv materia byggs upp av atomer som sönderfaller spontant under strålning oberoende av omgivningen. Strålningen kan vara av tre slag: alfa, beta eller gammastrålning. De två första består av partiklar. Alfastrålarna består av positivt laddade heliumkärnor och betastrålarna av positiva eller negativa e-elektroner. Gammastrålarna som ofta förekommer tillsammans med de andra två är en elektromagnetisk vågrörelse av kort våglängd och av samma slag som röntgenstrålar. Gammastrålningen har mycket stor genomträngande förmåga.

Antalet radioaktiva sönderfall/tidsenhet hos en given mängd av ett radioaktivt ämne anges i antal becquerel (Bq), vilket motsvarar ett sönderfall/sekund. Tidigare användes enheten curie (Ci). Varje atom i strålningskällan sönderfaller endast en gång, varför aktiviteten minskar med tiden. Den tid som erfordras för att minska radioaktiviteten i materia till hälften kallas halveringstiden och är karakteristisk för isotopen ifråga.

Halveringstiden för radioisotoper varierar mellan bråkdelen av en sekund och millioner år.

En annan egenskap hos radioisotoper är den energi med vilken den radioaktiva strålningen sänds ut.

Kärnstrålningsenergi uttrycks i elektronvolt, som definieras som den energi en elektron tar upp eller förlorar då den passerar en potentialdifferens på 1 V. Den motsvarar endast $3,6 \times 10^{-12}$ wattsekunder.

Normalt används en större enhet MeV (million-elektronvolt).

Ju större energi strålningen har, desto effektivare är dess genomträngande förmåga.



Bild 33. Alfa-, beta- och gammastrålarnas avböjning i elektriska fält.

Alfa- och betastrålarna, som bägge består av partiklar, har i luft en räckvidd på några cm respektive flera m. Strålarna absorberas emellertid helt och hållet av t. ex. Aluminiumplåt med några få millimeters tjocklek. Gammastrålarna å andra sidan har en betydligt större räckvidd och kan slå igenom även mycket tjocka stålväggar.

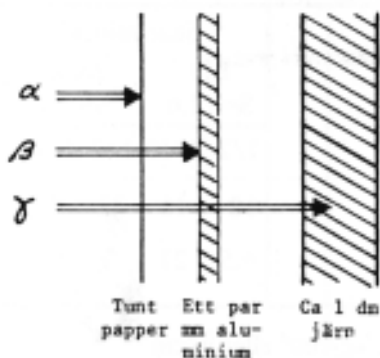


Bild 34. Alfa-, beta- och gammastrålarnas absorption.

En materia som normalt är inaktiv (t. ex. Kobolt) kan göras radioaktiv med neutronbombardemang i en reaktor. En del materia klyvs i reaktorn, varigenom en tung substans kan bilda två lätta. Olika slags isotoper, t. ex. Cesium 137, erhålles av dessa klyvningsprodukter. Kobolt (Co-60) och Cesium (Cs 137) är de radioaktiva källor som oftast används för nivåmätningsutrustningar.

Då radioaktiva strålar går igenom ett material joniserar detta i viss utsträckning. Härvid skiljs elektronerna från atomerna. Man kan mäta dosen eller mängden av joniserande strålning upptagen från ett strålande ämne. Enheten för absorberad dos är Gray (Gy).

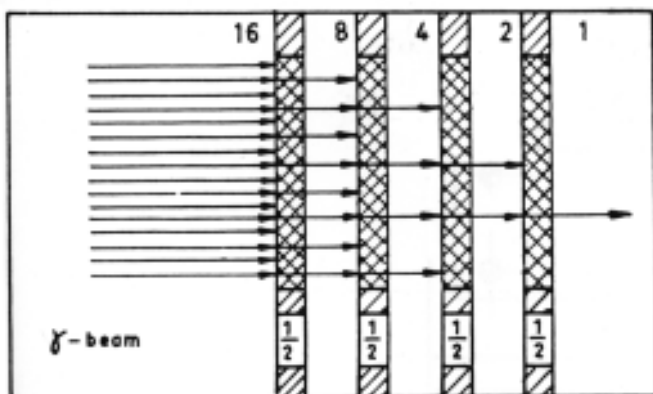


Bild 35. Gammastrålarnas absorption är exponentiell.

Gammastrålning mäts i Sievert (Sv). Den absorberande stråldosen i gray multiplicerad med en särskild kvalitetsfaktor ger dosekvivalenten i sievert.

Strålningsintensiteten eller doshastigheten mäts i sievert per timme. (Sv/h) eller mikrosievert per timme (uSv/h). Tidigare användes enheten röntgen per timme (R/h).

1 mR/h = 10 uSv/h.

Strålningsintensitetens värde varierar med avståndet från det radioaktiva ämnet samt på aktivitet och energi hos den utsända strålningen.

Observera att doshastigheten varierar med kvadraten på avståndet från strålningskällan. Dubbla avståndet minskar sålunda doshastigheten till en fjärdedel av dess ursprungliga värde.

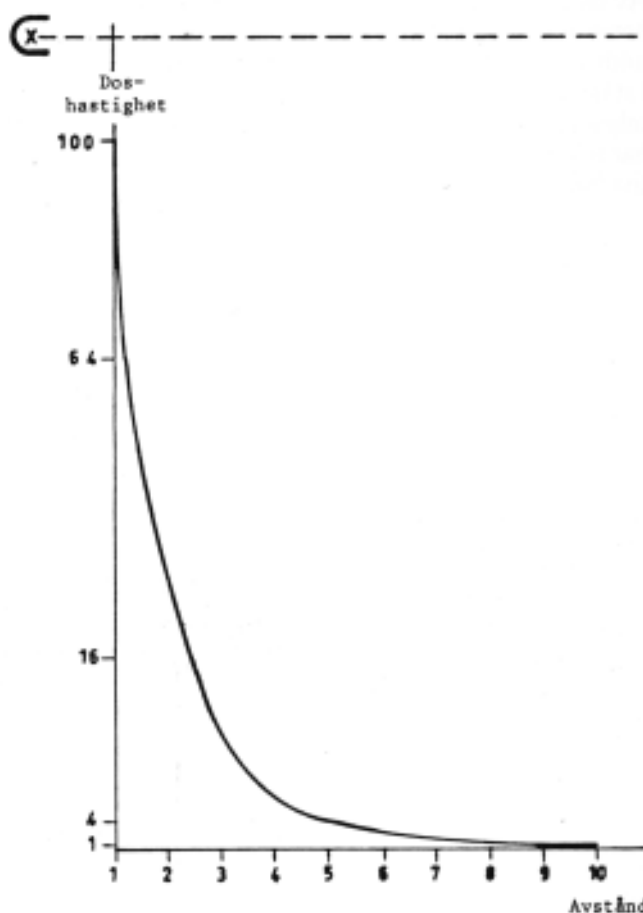


Bild 36. Doshastigheten minskar med kvadraten på avståndet.

Den första tabellen visar doshastigheten vid olika avstånd från en oskyddad radioaktiv källa. Den är angiven i nya och gamla enheter.

Nya enheter					
Avstånd från strålkällan	10cm	1m	2m	5m	10m
$\mu\text{Sv/h}$ från 40 MBq Co^{60}	1350	13,5	3,4	0,54	0,14
$\mu\text{Sv/h}$ från 40 MBq Cs^{137}	350	3,5	0,9	0,14	0,04
Gamla enheter					
Avstånd från strålkällan	10cm	1m	2m	5m	10m
mR/h från 1 mC Co-60	135	1,35	0,34	0,054	0,014
mR/h från 1 mC Cs-137	350	3,5	0,9	0,14	0,04

Av tabellen framgår att intensiteten är mycket stor i närheten av en källas yta. Som en allmän regel gäller att det är nödvändigt att skärma av källan med ett material som är i stånd att absorbera största delen av strålningen. Bland tillgängliga metaller är bly den mest användbara då den har relativt hög specifik vikt, är lätt att bearbeta och relativt billig.

Nedanstående tabell visar avskärmningskapaciteten för några olika material. Absorptionen har en exponentiell funktion, så att två halvvärdes-skikt minskar doshastigheten till en fjärdedel osv. Halvvärdestjockleken och 1/10-tjockleken är i tabellerna angivna i mm för några vanliga skärm-material.

Strålningskälla	Skärmtjocklek i mm					
	Bly S=11,6		Järn S=7,8		Betong S=2,4	
	1/2	1/10	1/2	1/10	1/2	1/10
Co-60	12	41	22	74	69	230
Cs-137	6.5	21	17	57	53	180

S = densitet i kg/dm^3 eller g/cm^3 .

11. MÅTTRITNINGAR

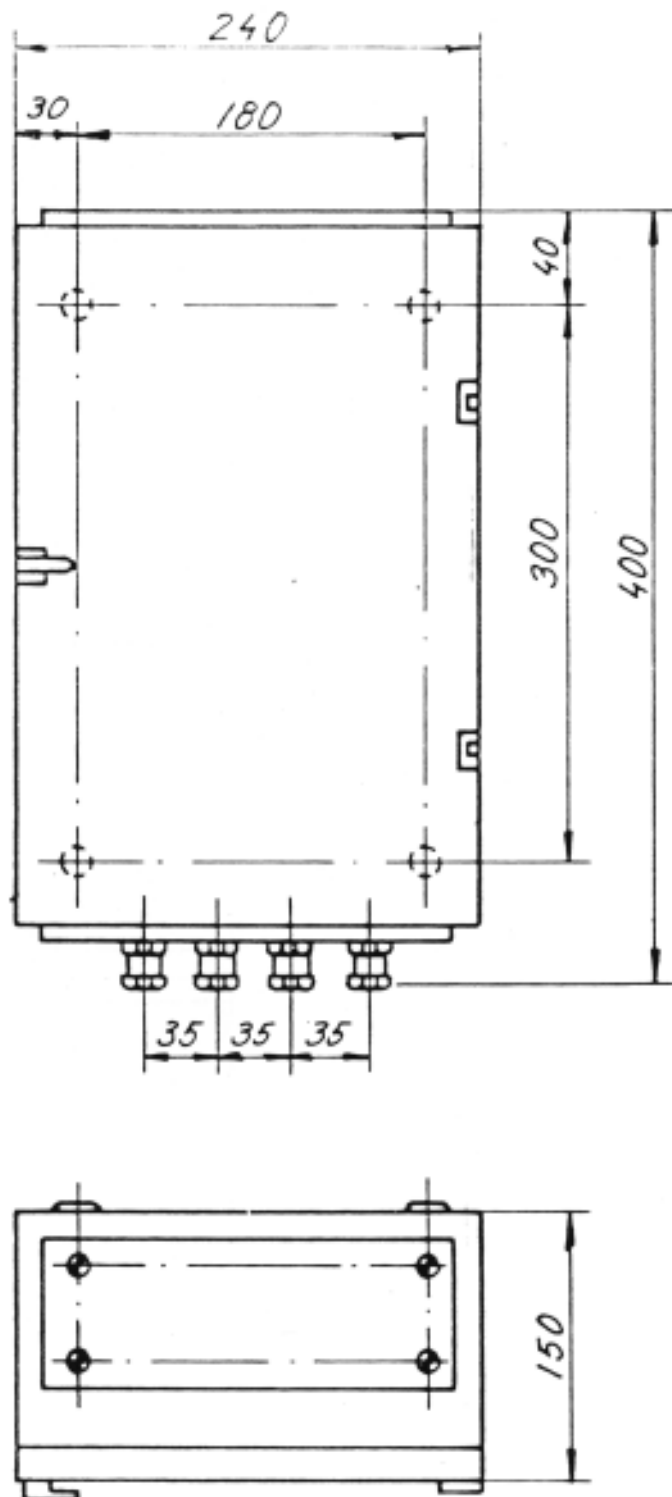


Bild 37. Elektronklåda för Q47000.

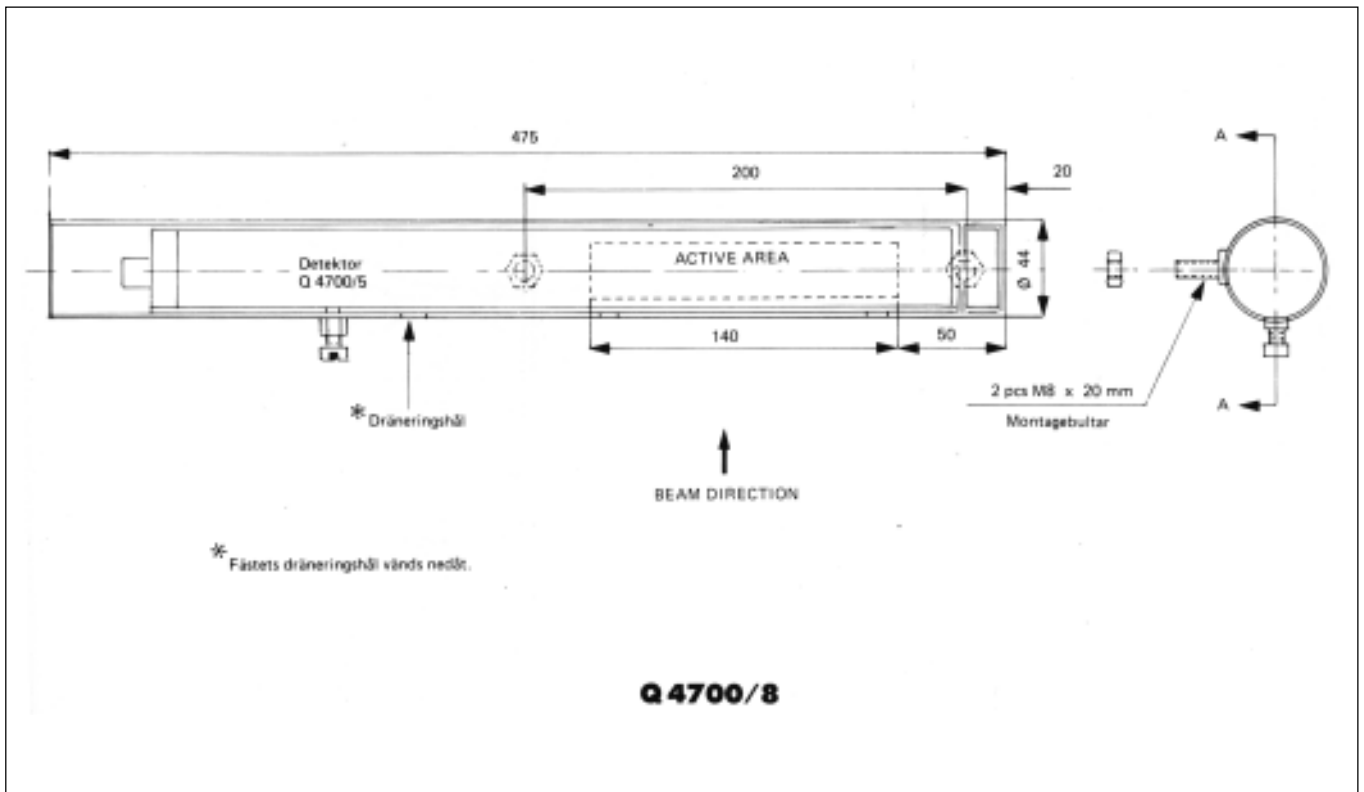


Bild 39. Detektorfäste, kort.

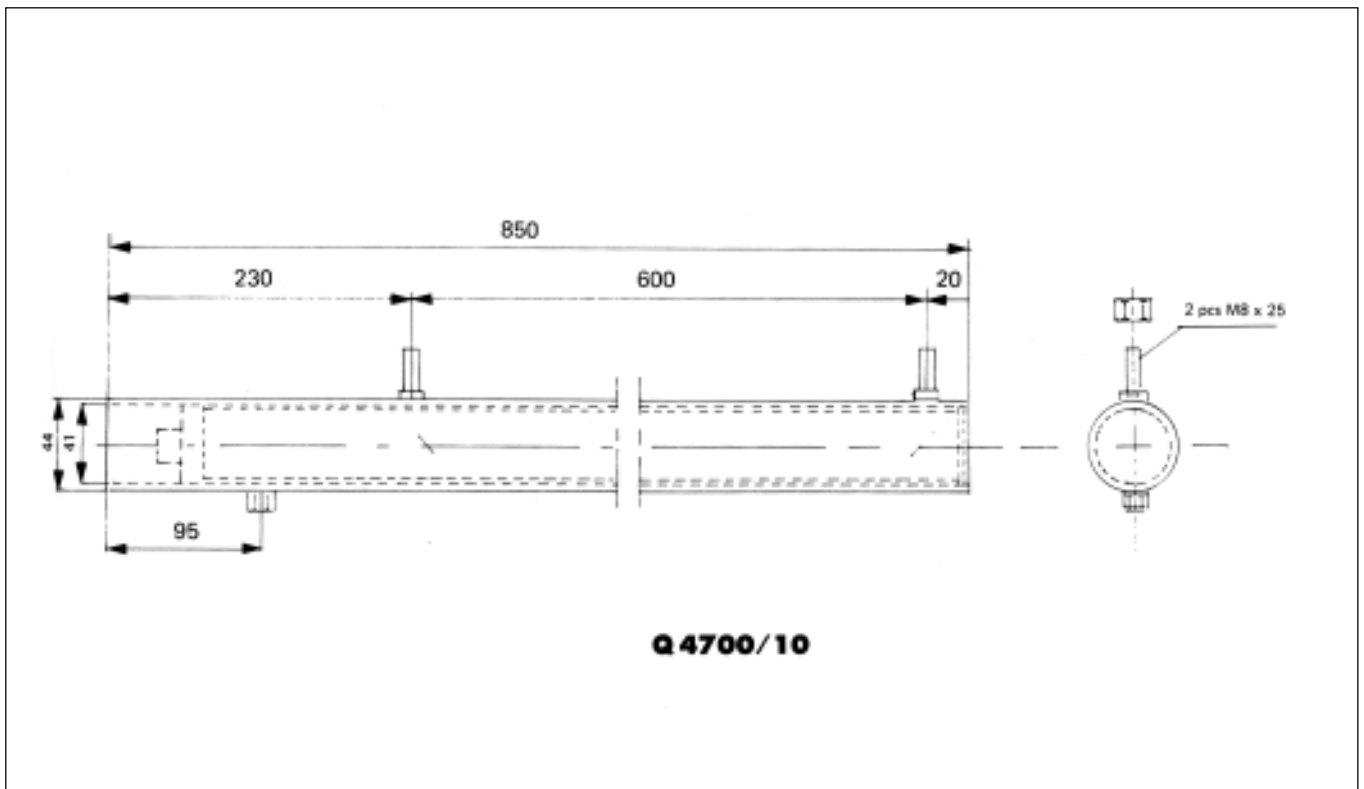
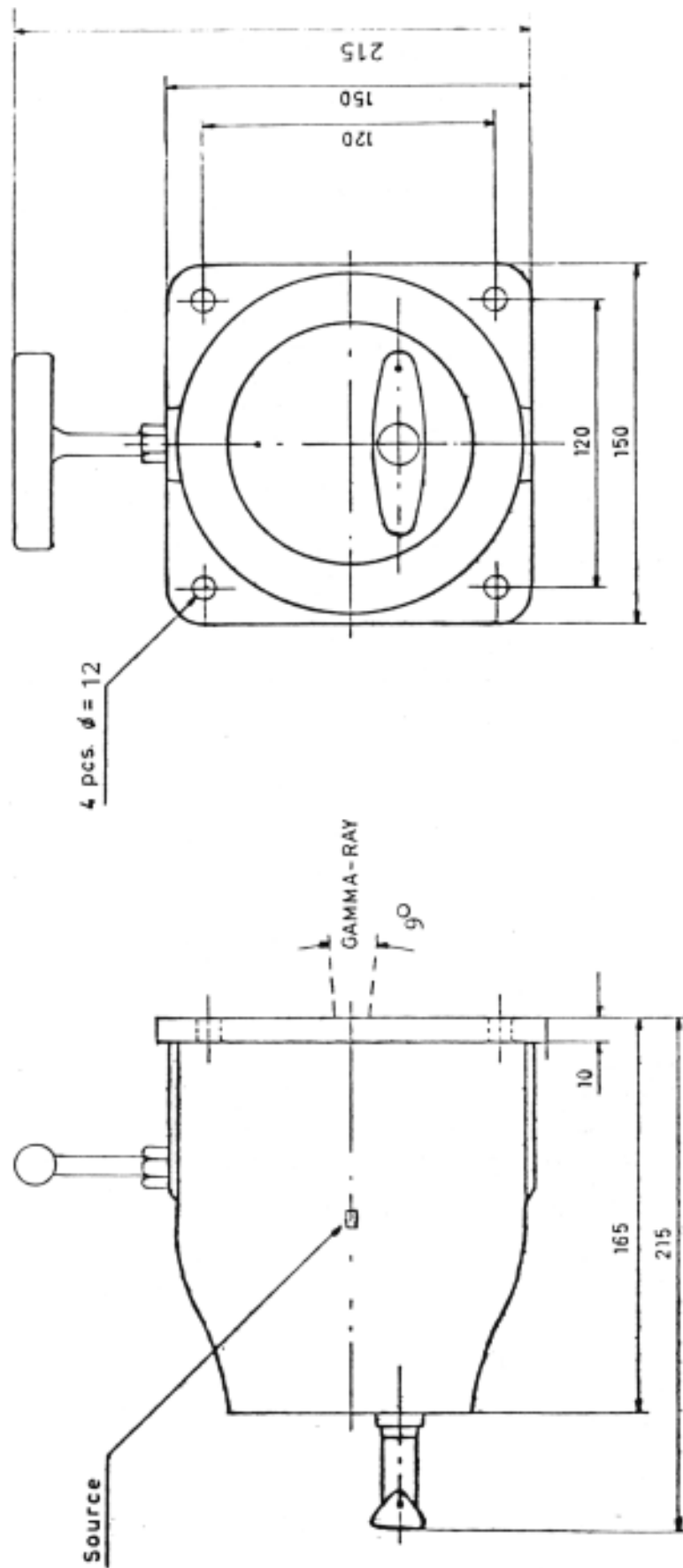
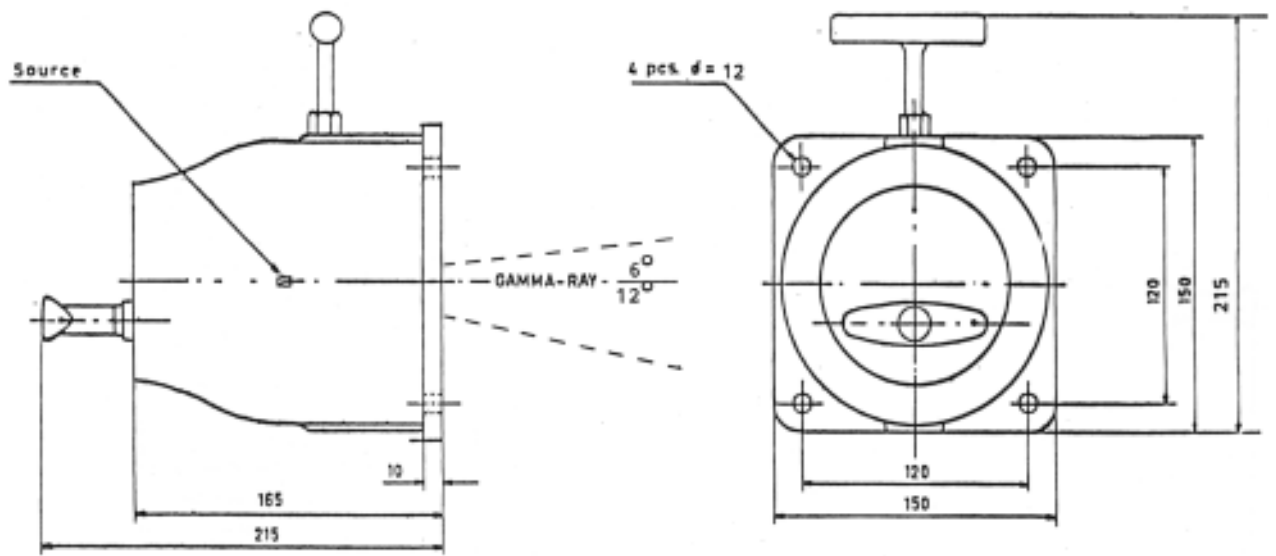


Bild 40. Detektorfäste, långt.

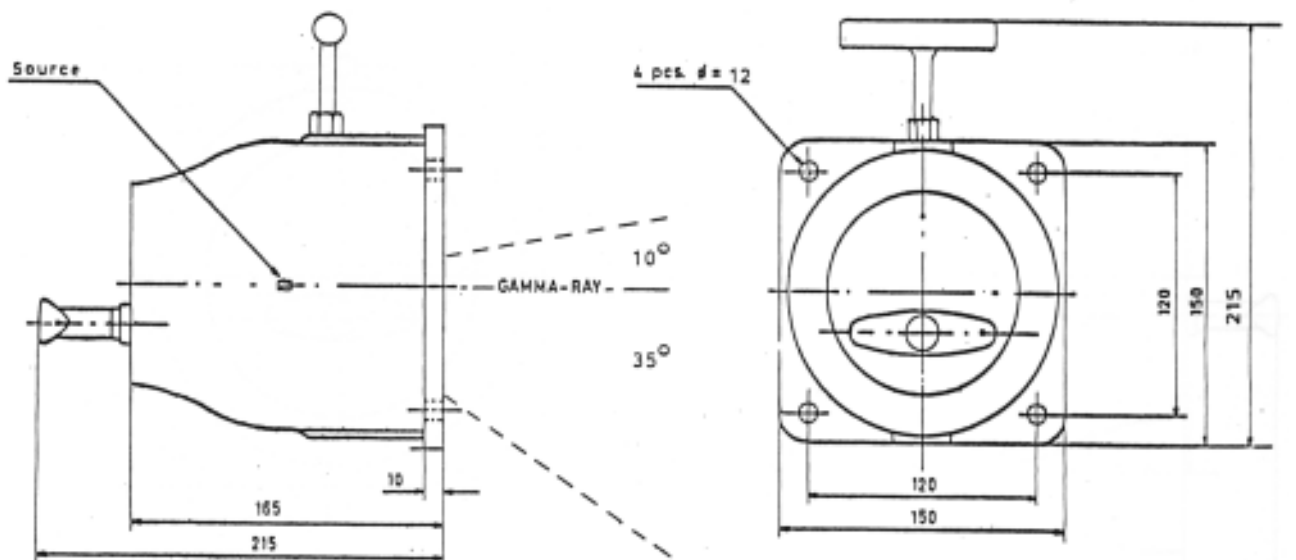


Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots correspond.

Bild 41. Strålgivare Q 4582B.

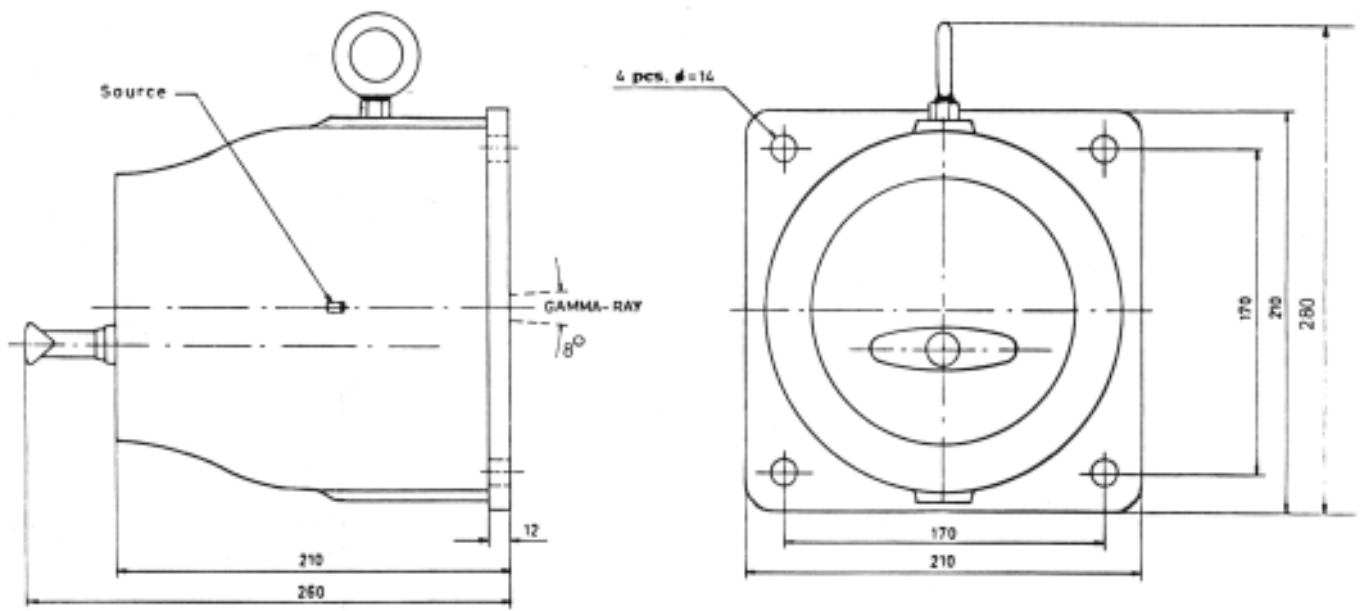


Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots korrespond.

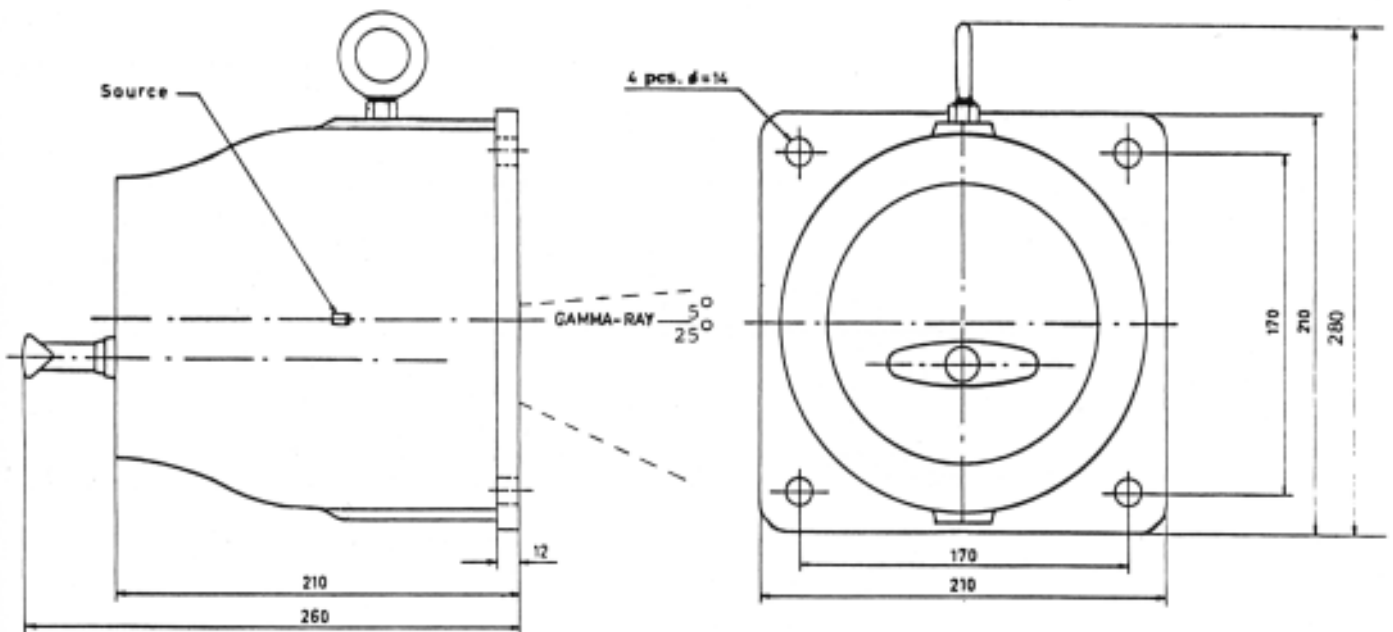


Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots korrespond.

Bild 42. Strålgivare Q 4621 (överst) och Q 4621S.

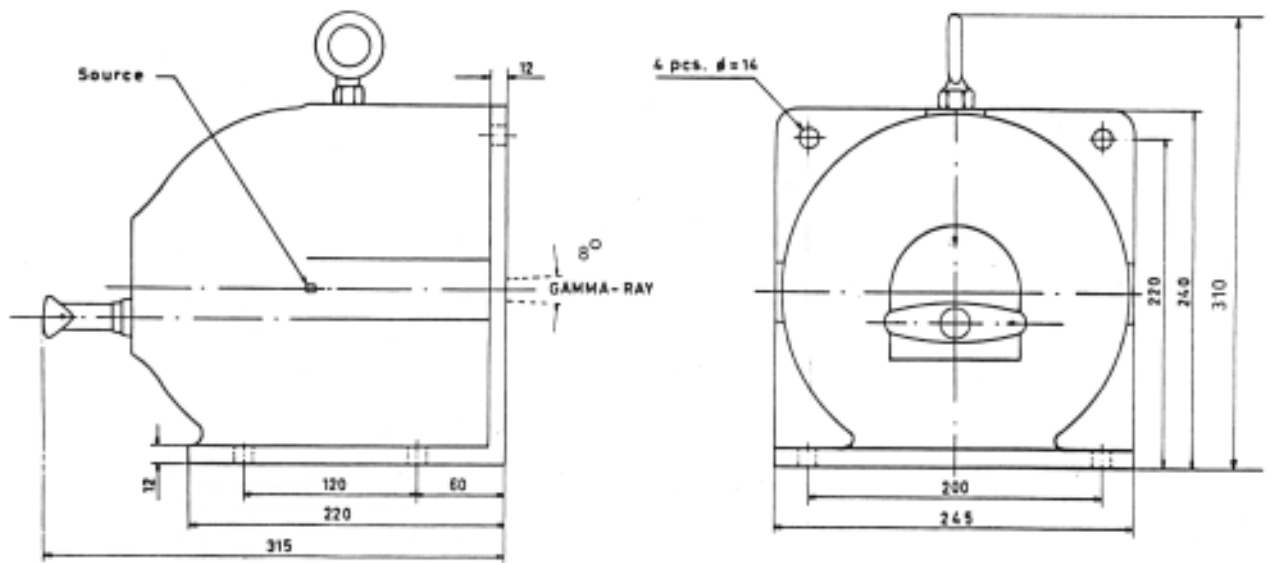


Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots korrespond.

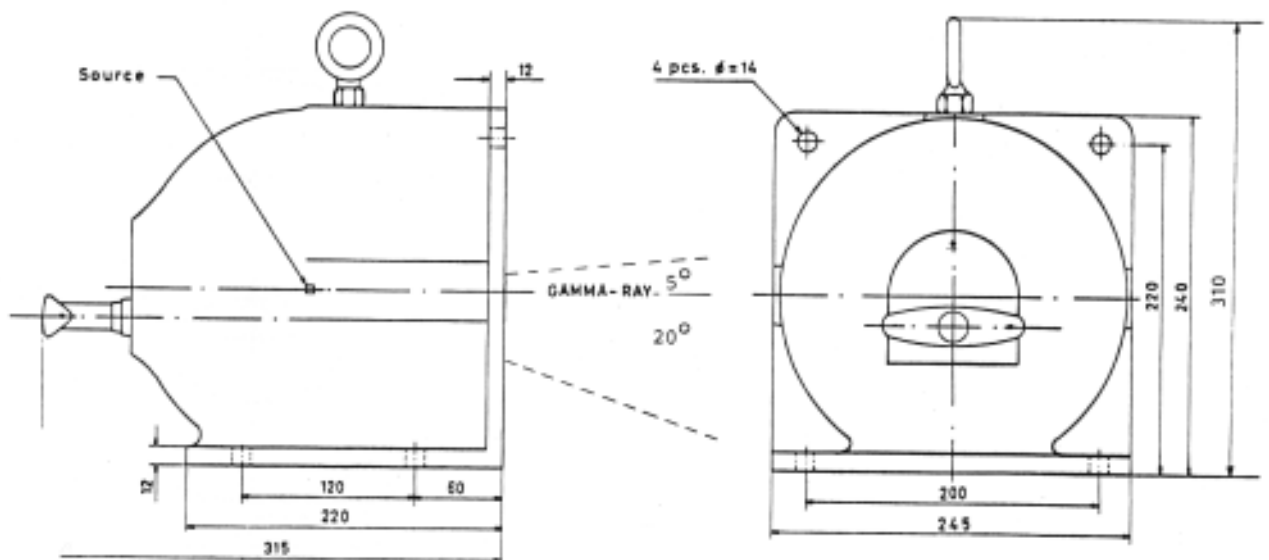


Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots korrespond.

Bild 43. Strålgivare Q 4583 (överst) och Q4583S.

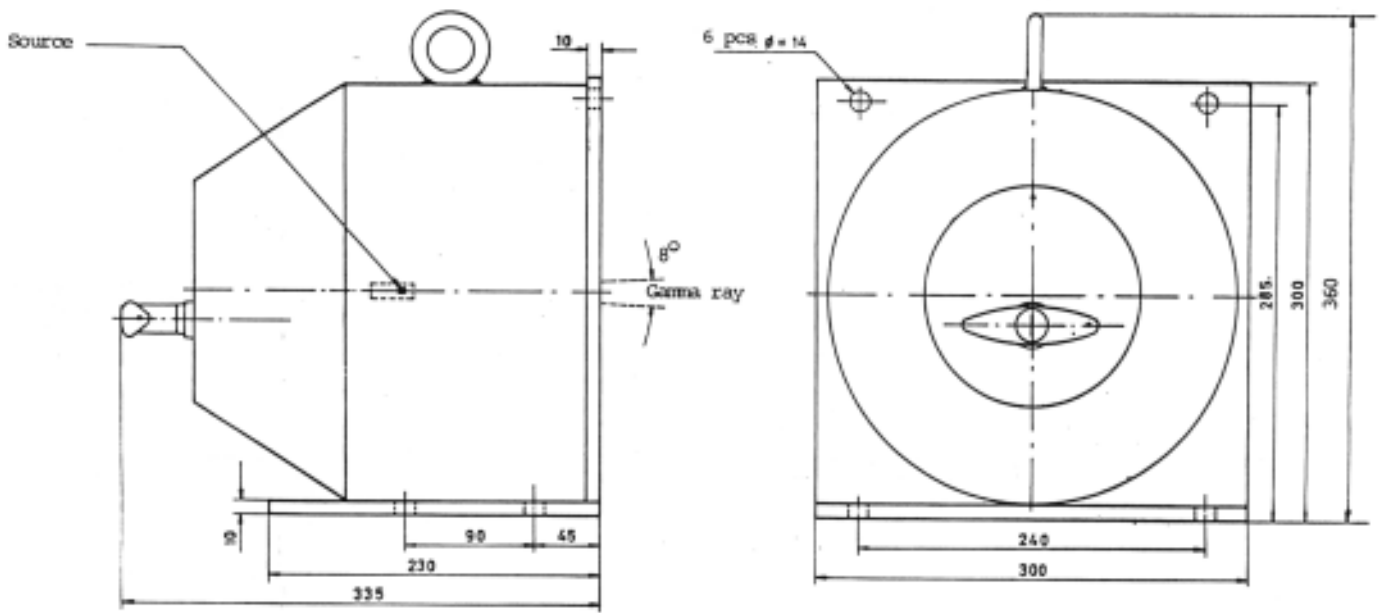


Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots korrespond.

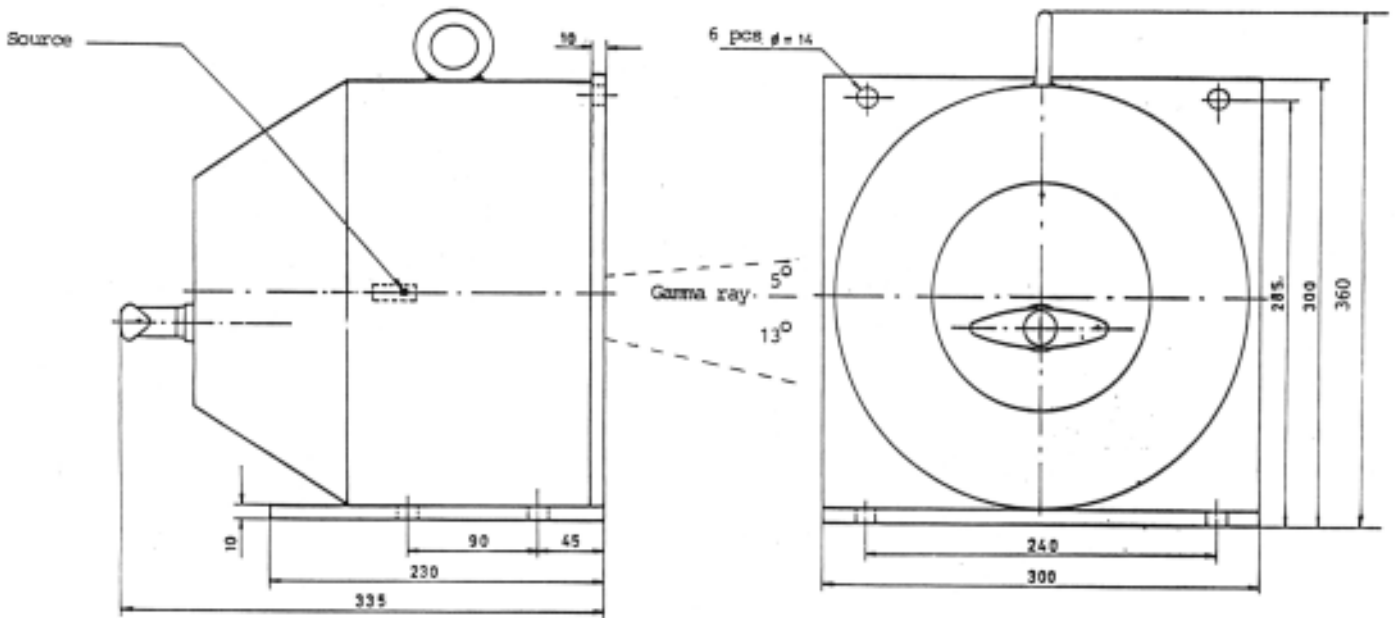


Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots korrespond.

Bild 44. Strålgivare Q 4584 (överst) och Q 4584S.



Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots korrespond.



Remark: The locking handle shown in OFF-position
ON when the green dots korrespond.

Bild 45. Strålgivare Q 4610 (överst) och Q 4610S.

12. KOMPONENTLISTA

Panelkort Q4700/1

Pos	Benämning	Detaljnummer
	<i>Motstånd (1% 0,4 W MR 25)</i>	
R101	383 ohm	2322 151 53831
R102	681 ohm	2322 151 56811
R103, 104	1 kohm	2322 151 51002
R105	1 Mohm	2322 151 51005
R106	562 kohm	2322 151 55624
R107	383 kohm	2322 151 53834
R108	90,9 kohm	2322 151 59093
R109	21,5 kohm	2322 151 52153
R110	5,11 kohm	2322 151 55112
R111	1 Mohm	2322 151 51005
R112	7,50 kohm	2322 151 57502
R113	2,61 kohm	2322 151 52612
R114	68,1 kohm	2322 151 56813
R115	28,7 kohm	2322 151 52873
R116, 117	28,7 kohm	2322 151 52873
R118	10 kohm	2322 151 51003
R119	383 kohm	2322 151 53834
R120	46,4 kohm	2322 151 54643
R121	10 kohm	2322 151 51003
R122	5,11 kohm	2322 151 55112
R123	2,61 kohm	2322 151 52612
R124	10 kohm	2322 151 51003
R125	23,7 kohm	2322 151 52373
R126, 127	215 kohm	2322 151 52154
R128	14,7 kohm	2322 151 51473
R129	28,7 kohm	2322 151 52873
R130	21,5 kohm	2322 151 52153
R131, 132	383 ohm	2322 151 53831
R133	110 ohm	2322 151 51104
R134	7,50 kohm	2322 151 57502
R135	215 kohm	2322 151 52154
	<i>Tripotentiometrar (10% 0,5 W)</i>	
VR101	500 kohm	2122 362 00735
VR 101, 102, 103	20 kohm	2122 362 00147
	<i>Kondensatorer</i>	
C 101 Folie	2,20 µF 2,5%	2012 326 10024
C 102 Folie	680 pF 1%	2222 431 86801
C 103 Elyt	10 µF 16 V	2222 122 25109
C 104 Elyt	10 µF 16 V	2222 122 25109
C 105 Elyt	10 µF 16 V	2222 122 25109
C 106 Keramik	33 pF 2%	2222 679 10339
C 107 Elyt	100 µF 25 V	2222 10836101
C 108 Elyt	33 µF 63 V	2222 108 38339
C 109 Elyt	10 µF 16 V	2222 122 25109
C 110 Elyt	2,2 µF 25 V	2222 122 26228
C 111 Elyt	1 µF 40 V	2222 122 27108

Pos	Benämning	Detaljnummer
<i>Dioder</i>		
GR 101 Zener	BZX79 / C5V1	9331 177 20701
GR 102	BAW62 / 75	9331 012 20701
GR 103 Zener	BZX79 / C24	9331 178 80701
GR 104	BAW62 / 75	9331 012 20701
GR 105	BAW62 / 75	9331 012 20701
GR 106	BAW62 / 75	9331 012 20701
GR 107	Lysdiod röd	4031 116 31950
GR 108	Lysdiod röd	4031 116 31950
GR 109	Lysdiod grön	4031 105 70880

Transistorer och IC

TS 101, 102	BC 337	9331 492 00701
TS 103	BC 327	9331 491 80701
TS 104, 105	BC 337	9331 492 00701
IC 101 Optok.	CNY 17 II	9334 311 80701
IC 102 CMOS	Hef 4538 BP	9335 079 50701
IC 103 OP.	LM 301 AN	9331 923 20701
IC 104 OP	LM 324 N QUAD.	9334 405 50701

Övrigt

BU 101	Bandkabel	4031 100 42190
SK 101	Omkoppl.-skjut.	2422 126 01278
SK 102	Omkoppl.-vrid.	2419 130 00058
B 101	Visarinstrument	4031 100 42170

Baskort Q 4700/2

Pos	Benämning	Detaljnummer
<i>Kondensatorer</i>		
C 201 Elyt	2200 μ F 40V	2222 033 17222
C 202 Elyt	330 μ F 40V	2222 108 37331
GR 201 Brygga	SKB2 / 04L5A	2412 265 02079
GR 202 Diod	BYV27 / 200	9335 526 80701
IC 201 IC-reg	MC 7815 CT	9334 704 20701
IC 202 IC-reg	LM 7915 CT	9335 267 40701
SK 201 Omkopplare	115 / 230 V	2422 127 00162
VL 201 Säkr.hållare		2422 088 00156
Insats		2422 088 00157
Säkring 5x20	125 mA T	2422 086 01008
RE 201, 202, 203 Relä	24V	2422 132 05885
TR 201 Nättransformator		4031 100 42150
BU 203 Bandkabelkontakt		2432 022 19002

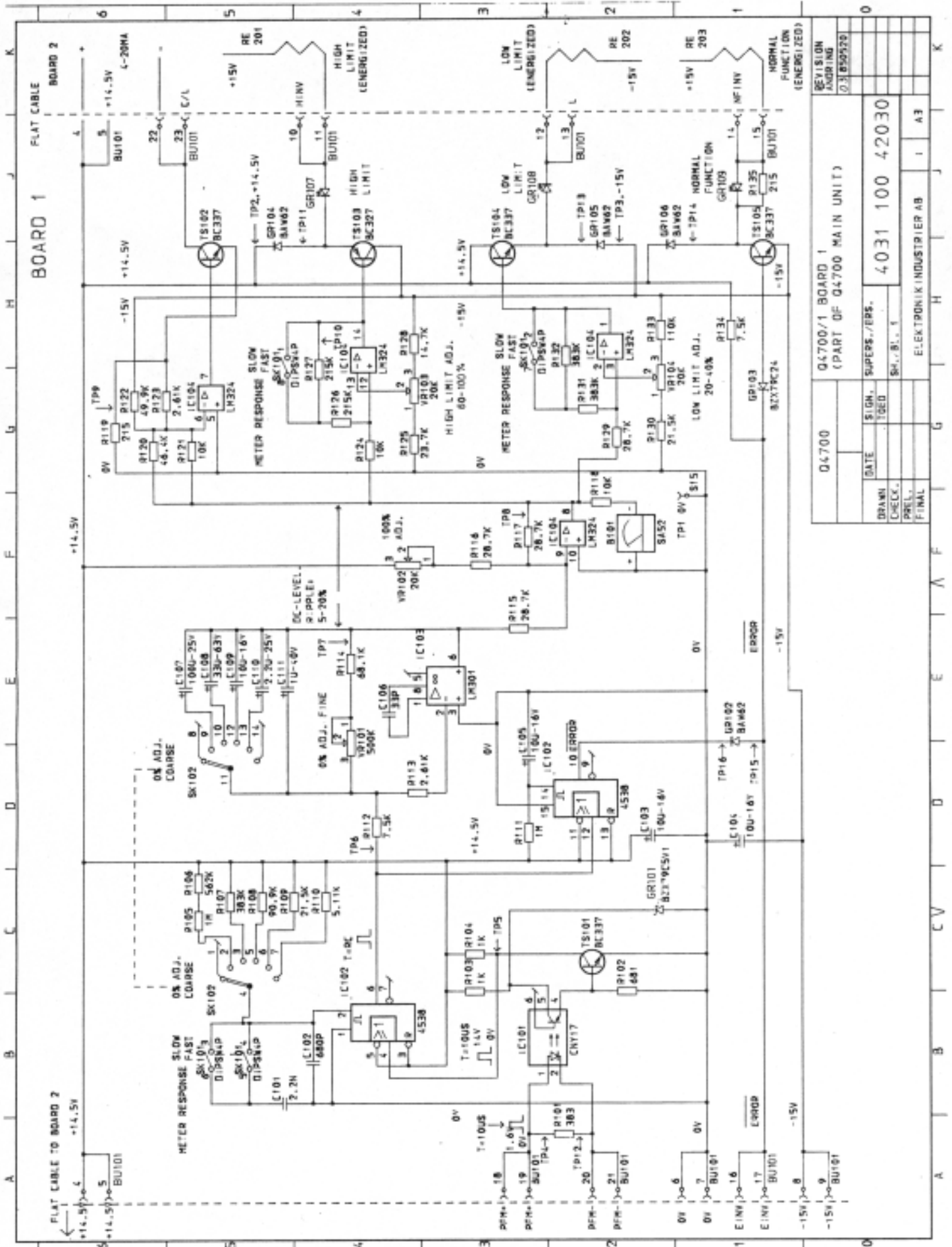
Detektor Q 4700/5

Pos	Benämning	Detaljnummer
	Motstånd (1% 0,4 W MR 25)	
R 1, R 2	3,90 Mohm 5% 0,25 W	2322 241 13395
R 3	2,15 kohm	2322 151 52152
R 4, R 5, R 6	82,50 kohm	2322 151 58253
R 7	10 kohm	2322 151 51003
R 8	1 kohm	2322 151 51002
R 15, R 16	3,90 Mohm 5% 0,25 W	2322 241 13395
	<i>Kondensatorer</i>	
C 1 Keramik	330 pF 10% 500V	2013 554 03635
C 2 Keramik	1 nF 10%	2222 630 53102
C 3 Keramik	220 pF 2%	2222 679 58221
C 4 Keramik	1,5 nF 10%	2222 630 53152
C 5 Elyt	10 µF 16V	2222 122 25109
C 6 Folie	10 nF 10% 600V	2222 344 61103
C 7 Elyt	10 µF 16V	2222 122 25109
	<i>Dioder</i>	
GR 1 Zener	BZX79 / C3V3	9331 176 70701
GR 2	BAW62 / 75	9331 012 20701
GR 3, GR 4 Zener	BZX79 / B75	9331 670 80701
GR 5, GR 6	BY584 1500V	9336 123 20701
GR 7, GR 8, GR 9	BAW62 / 75	9331 012 20701
	<i>Transistorer och IC</i>	
TS 1 FET	BF256A	9331 905 20701
TS 2 MOS	VN2406M	9337 270 70682
IC 2 C MOS	HEF4538BP	9335 079 50701
IC 3 C MOS	4011PC	9332 764 10701
	<i>Övrigt</i>	
TR 1 Transformator		4031 100 42160
TR 5 Säkring	T 100 mA	2422 086 00436
CT GM-rör	ZP 1210	9300 198 91394
BU 1 Anslutningsdon	PTO 2E-10-6P	2422 026 03424

Detektor Q 4700/9

Pos	Benämning	Detaljnummer
<i>Motstånd 1% 0,4 W MR 25</i>		
R 1, R 2	3,90 Mohm 5% 0,25 W	2322 241 13395
R 3	2,15 kohm	2322 151 52152
R 4, R 5, R 6	82,5 kohm	2322 151 58253
R 7	10 kohm	2322 151 51003
R 8	1 kohm	2322 151 51002
R 9	1 Mohm	2322 151 51005
R 10	3,90 Mohm 5% 0,25 W	2322 241 13395
R 12	10 kohm	2322 151 51003
R 13	1 kohm	2322 151 51002
R 14	1 Mohm	2322 151 51005
R 15, R 16, R17	3,90 Mohm 5% 0,25 W	2322 241 13395
<i>Kondensatorer</i>		
C 1 Keramik	330 pF 10% 500 V	2013 554 03635
C 2 Keramik	1 nF 10%	2222 630 53102
C 3 Keramik	220 pF 2%	2222 679 58221
C 4 Keramik	1,5 nF 10%	2222 630 53152
C 5 Elyt	10 uF 16 V	2222 122 25109
C 6 Folie	10 nF 10% 600 V	2222 344 61103
C 7 Elyt	10 uF 16 V	2222 122 25109
C 8 Keramik	330 pF 10% 500 V	2013 554 03635
C 9 Keramik	1 nF 10%	2222 630 53102
C 10 Elyt	10 uF 16 V	2222 122 25109
C 11, C12 Keramik	47 pF	2222 679 10479
<i>Dioder</i>		
GR 1 Zener	BZX79 / C3V3	9331 176 70701
GR 2	BAW62 / 75	9331 012 20701
GR 3, 4 Zener	BZX79 / B75	9331 670 80701
GR 5,6	BY 585 1500 V	9336 123 20701
GR 7, 8, 9	BAW62 / 75	9331 012 20701
GR 11, 12	BAW62 / 75	9331 012 20701
<i>Transistorer och IC</i>		
TS 1 FET	BF 256 A	9331 905 20701
TS 2 MOS	VN2406M	9337 270 70682
IC 1, 2 CMOS	HEF 4538P	9335 079 50701
IC 3 CMOS	4011 PC	9332 764 10701
<i>Övrigt</i>		
TR 1 Transformator		4031 100 42160
TR 5 Säkring	T 100 mA	2422 086 00436
CT 1, 2 GM-rör	ZP 1220	9300 200 01394
BU 1Anslutningsdon	PT02E-10-6P	2422 026 03424

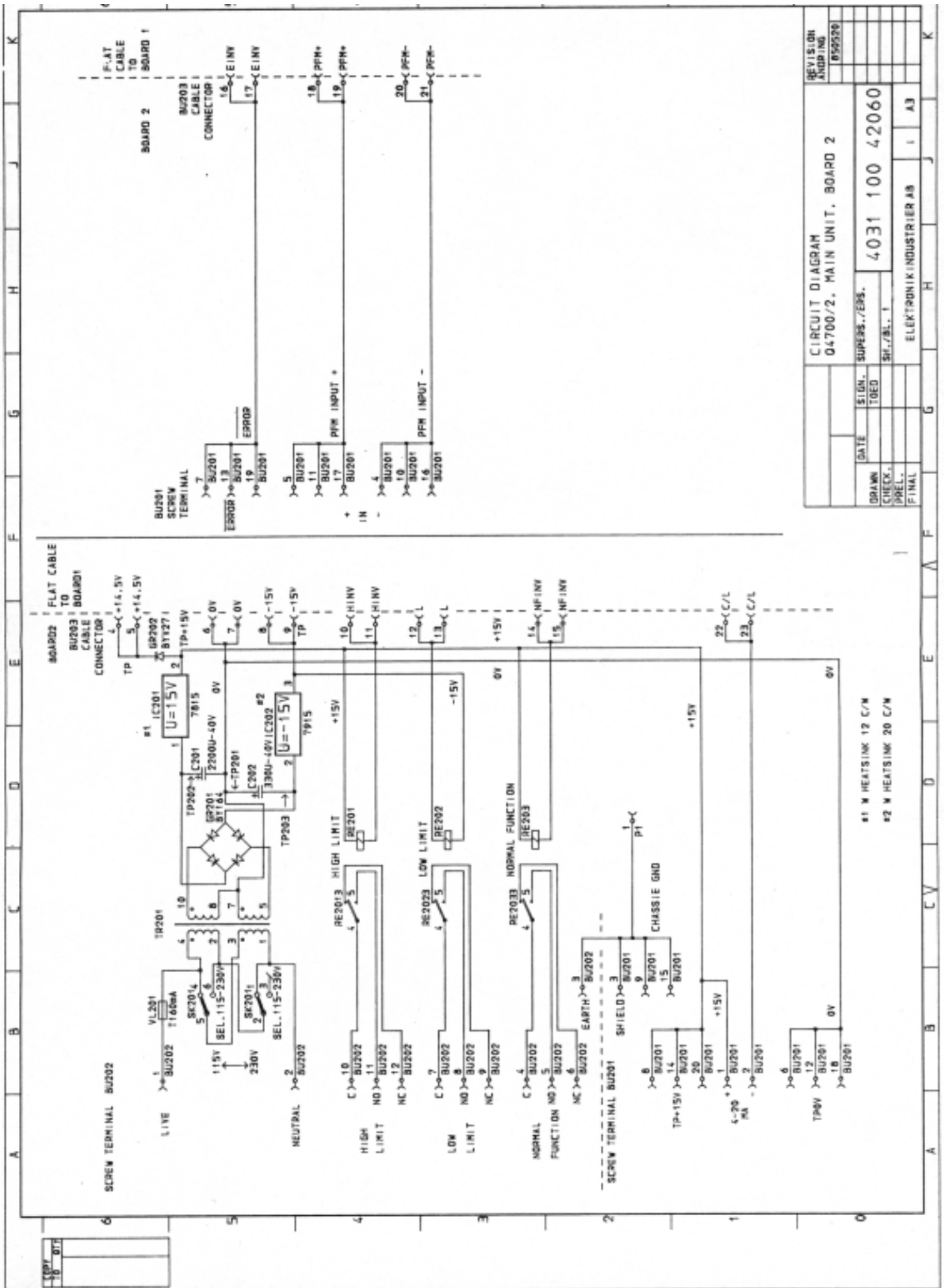
13. KRETSSCHEMAN



DATE		SIGN.		SUPERV./ERS.	
DRAWN		TSED		4031 100 42030	
CHECK.		SH. B. 1		ELEKTRONIK INDUSTRIER AB	
FINAL				I A3	

Q4700		Q4700/1 BOARD 1		REVISION	
		(PART OF Q4700 MAIN UNIT)		ANGRIBING	
				031859529	

Bild 46. Huvudenhet kort 1.



CIRCUIT DIAGRAM		REVISION AND PING	
04700/2, MAIN UNIT, BOARD 2		R55250	
DATE	STUN. TOED	4031 100 42060	
DRAWN	CHECK.	ELECTRONIK-INDUSTRIER AB	
BYEL.	FINAL	I A3	

Bild 47. Huvudenhet kort 2.

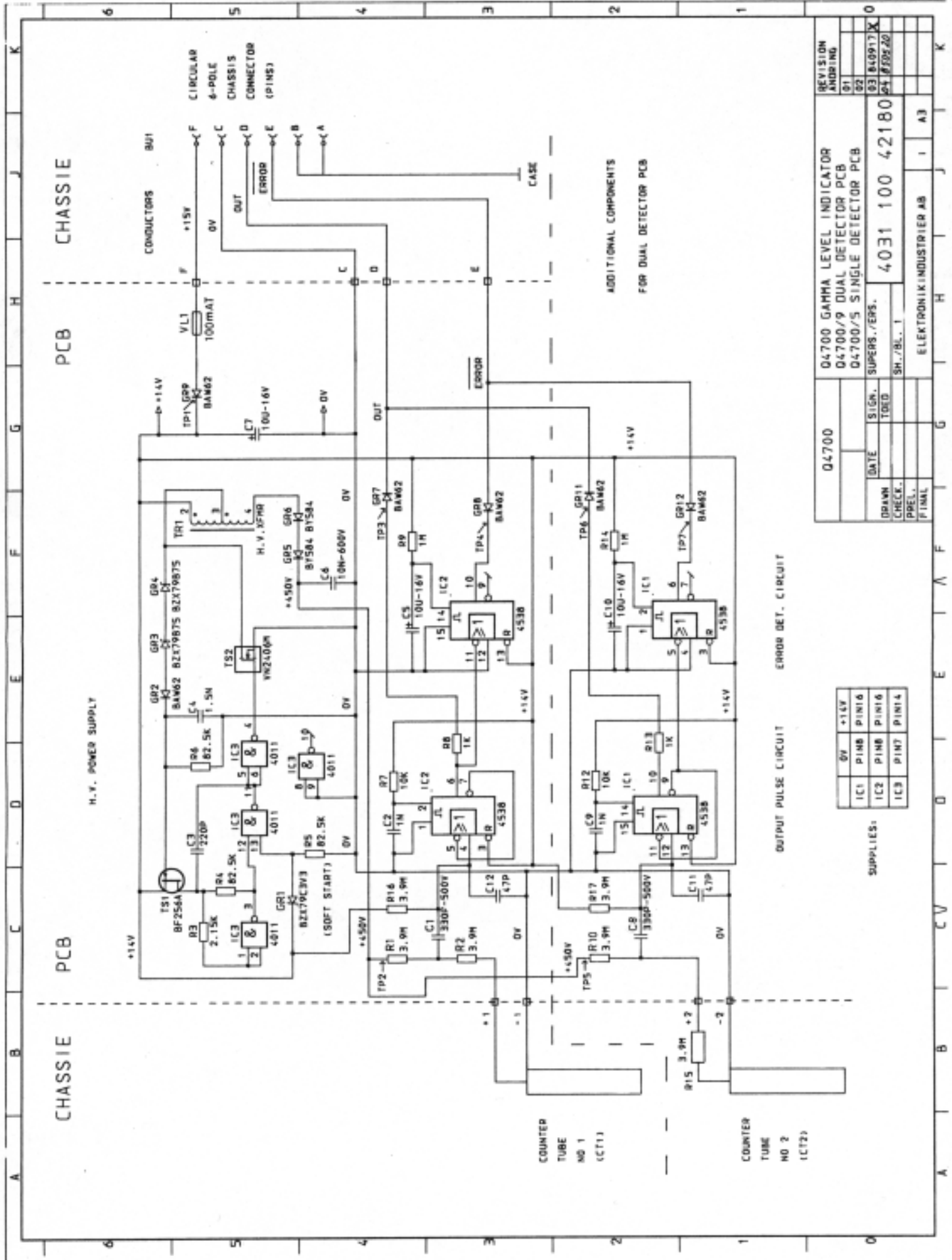


Bild 48, Gammanivåindikator Q 4700, kretskort. Detektor dubbel Q 4700/9, kretskort. Detektor enkel Q4700/5.

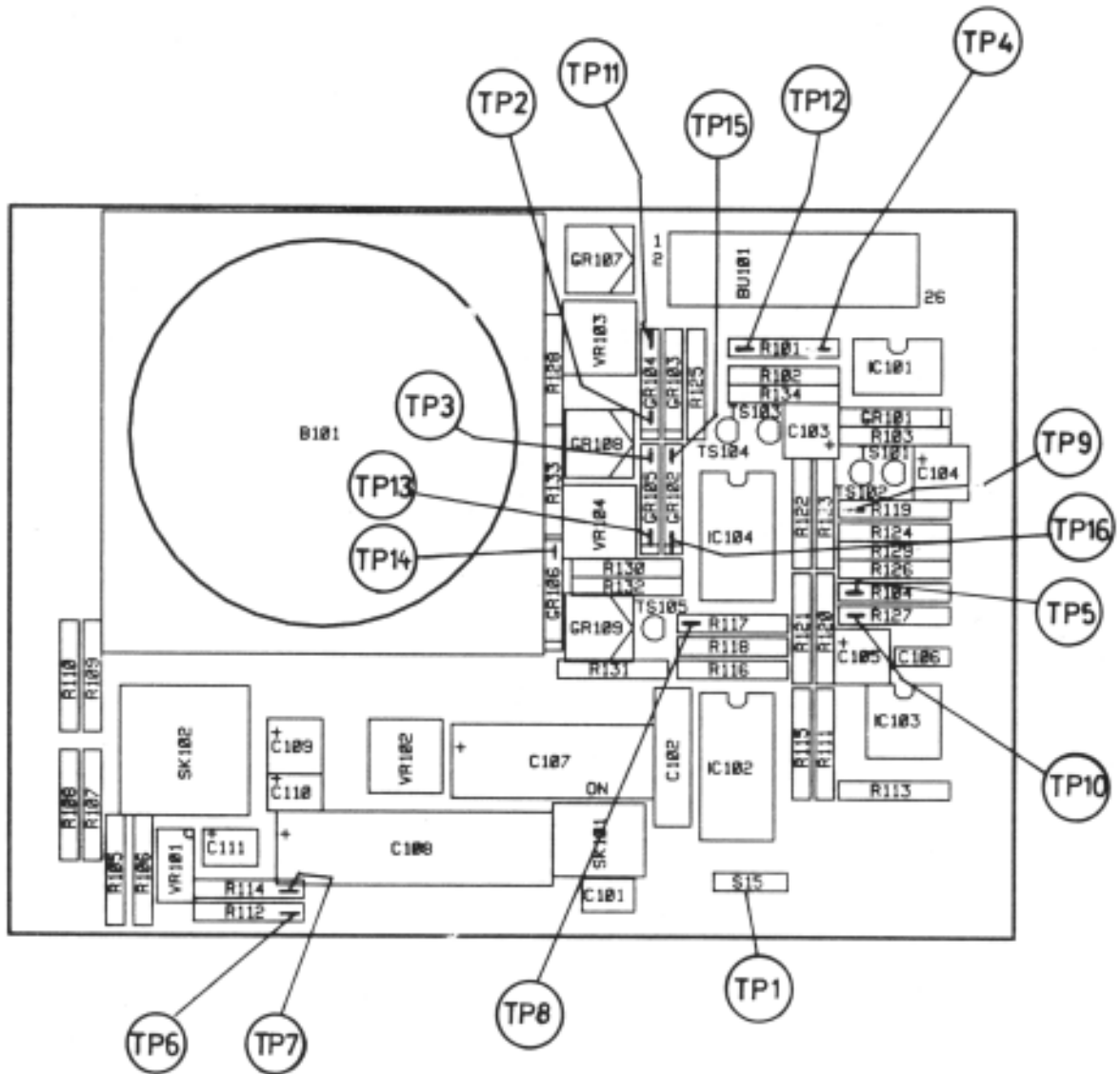


Bild 49. Test punkter Q 4700 kort 1

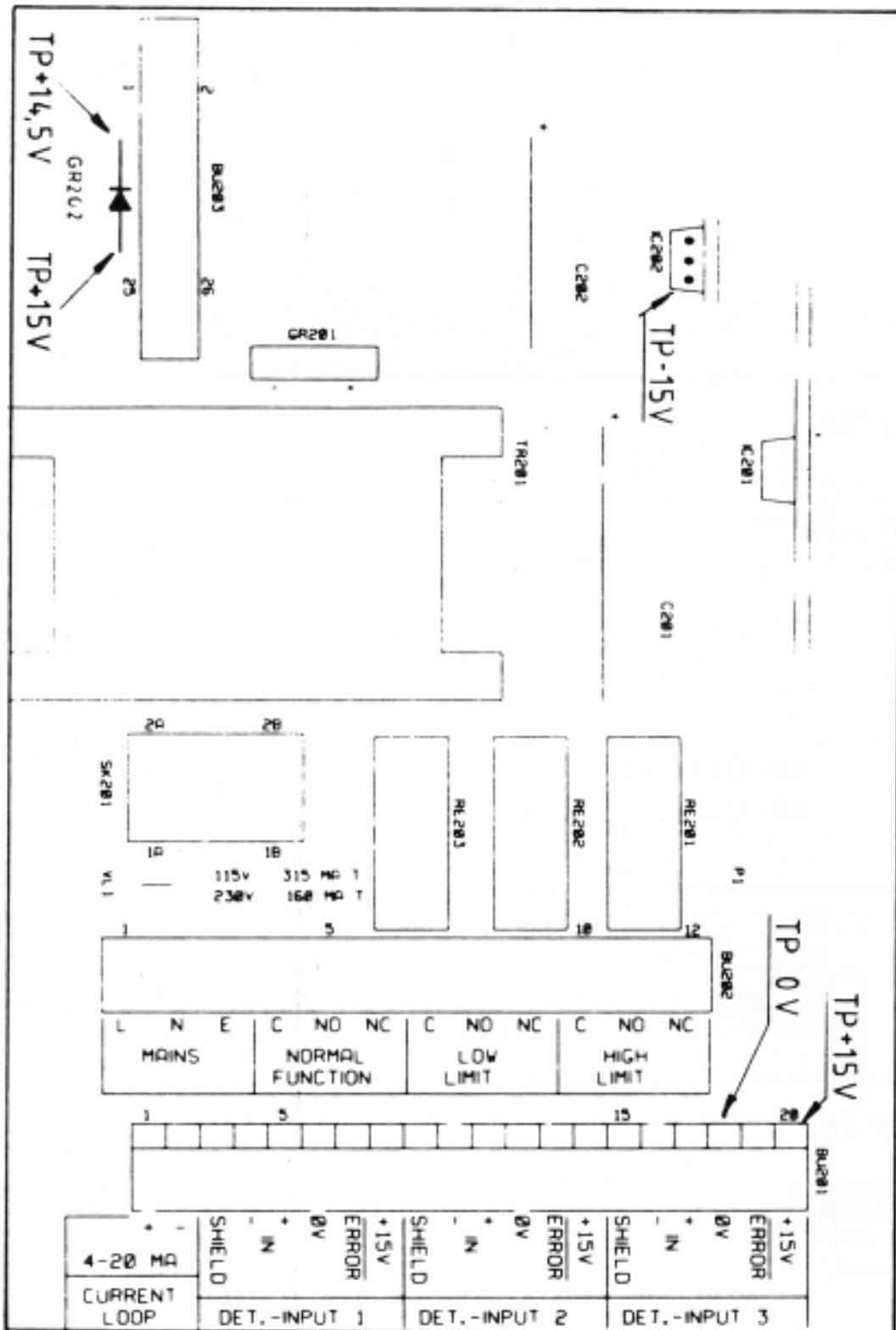
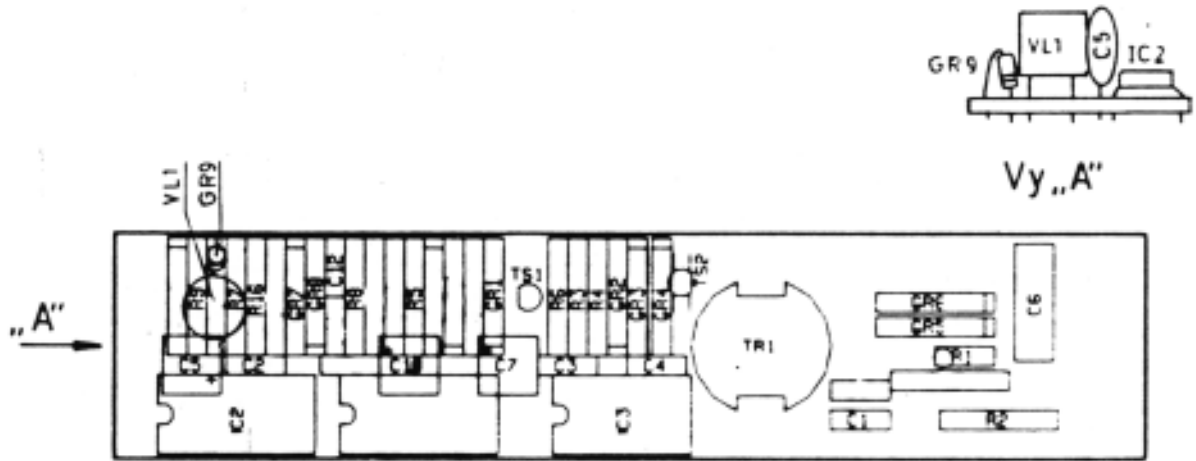
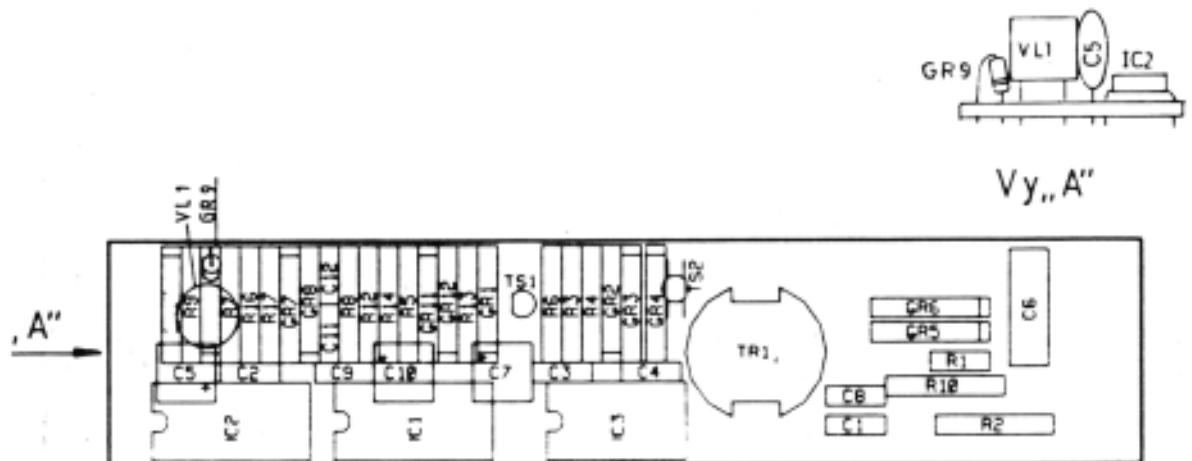


Bild 50. Testpunkter Q4700 kort 2 (baskort).



Single detector PCB - Assy 4031 100 42120-03

Enkel detektor kretskort 4031 100 42120-03



Dual detector PCB - Assy 4031 100 42130-03

Dubbel detektor kretskort 4031 100 42130-03

Bild 51. Kretskort för detektor Q 4700/5 (överst) och Q 4700/9.