

Ur vårt Digitala Arkiv

Beskrivning över Kurshorisont Typ KH-1

Fastställd av Flygvapnet den 14/9 1948

Denna digitala version är komplett

Dokumentet finns på Flygvapenmuseum LIBRIS id: 8789941

Inskannat av AEF 2018-03-16

Faktaruta

Kurshorisont typ KH-1 utvecklades av AGA för Flygplan 21 version A-2 och A-3 och var för sin tid ett mycket avancerat instrument.

Läs mer här:

http://aef.se/Avionik/Notiser/Kurshorisont_KH-1.htm



**FLYGVAPNETS
MALMENSAMLINGAR**

STATENS FÖRSVARSHISTORISKA MUSEER

**FLYGVAPENMUSEUM
MALMEN**



FM 9300337

Ex- 1

Reg. nr. *861385*
Ex. nr. *ll 2*

Militärt tryck
Prdkab

FLYGVAPNET

Nr.	Fastställt genom.	Sida (mon)

BESKRIVNING

ÖVER

KURSHORISONT TYP KH-1

STOCKHOLM 1949

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

483587

STATENS FÖRSVARSHISTORISKA MUSEER
FLYGVAPENMUSEUM
 Biblioteket
 LINKÖPING

Fastställes

Stockholm den 14/9 1948

L. THUNBERG

MALMEN

MALMEN

FLYGARETT

MUSEUM

MALMEN

REKONSTRUKTION

1948

REKONSTRUKTION

REKONSTRUKTION

FLYGARETT
MUSEUM
MALMEN

INFÖRDA ÄNDRINGAR.

Nr	Fastställt genom,	Sida (mom)	Införd Bestyrkes
		INNEHÅLL	
			Sida
			7
			8
			9
			10
			11
			12
			13
			14
			15
			16
			17
			18
			19
			20
			21
			22
			23
			24
			25
			26
			27
			28
			29
			30
			31
			32
			33
			34
			35
			36
			37
			38
			39
			40
			41
			42
			43
			44
			45
			46
			47
			48
			49
			50
			51
			52
			53
			54
			55
			56
			57
			58
			59
			60
			61
			62
			63
			64
			65
			66
			67
			68
			69
			70
			71
			72
			73
			74
			75
			76
			77
			78
			79
			80
			81
			82
			83
			84
			85
			86
			87
			88
			89
			90
			91
			92
			93
			94
			95
			96
			97
			98
			99
			100

INLEDNING

INNEHÅLL

	Sida
<i>Inledning</i>	7
Kurshorizontanläggningens enheter	8
<i>Verknings sätt</i>	9
Kompass	9
Jordinduktionsgenerator	9
Trefasgenerator	13
Syngonelement	14
Kursvisare	18
Horisontinstrument	22
Katodstrålrör	22
Sidlutningsgivare	22
Längdlutningsgivare	25
Gyrots stabilisering	28
Gyrots låsning	31
<i>Anläggningens delar</i>	36
Gyroenhet	36
Stativ	36
Gyrohus med kardanring	36
Motor med gyrorotor	38
Z-generator	39
Trefasgenerator	39
Fläkt	39
Stabiliseringsklaffar	40
Tryckregulator	40
Kompensator	40
Horisontgivare	41
Givare för sidlutning	41
Givare för längdlutning	41
Detaljer i låsningssystemet	43
Låsmekanism	43
Bromsanordning	44
Låskontakter	45
Vikter för gyrots balansering	46
Kardanringens balansering	46
Gyrohusets balansering	46

KURSHORISONTANLÄGGNINGENS ENHETER

Följande från varandra skilda enheter ingår i kurshorizontanläggningen:

Gyrogenhet
Instrumentcentral
Förstärkare
Omformare
Låsmotor
Låsrelä
Horisonttrim

VERKNINGSSÄTT

KOMPASS

Jordinduktionsgenerator

Jordinduktionsgeneratoren som utgörs av en s k Z-generator är det organ som skall känna den magnetiska meridianens riktning. Den roterande delen på generatoren består av två horisontella vingar (bild 1) fast förbundna med en mellanliggande vertikal cylindrisk kärna på sådant sätt att anordningen sedd från sidan har formen av ett Z, vilket gett generatoren dess namn. Såväl vingarna som kärnan är gjorda av järn som har stor magnetisk ledningsförmåga.

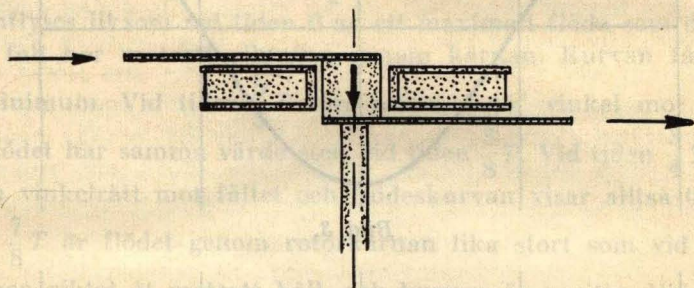


Bild 1. Z-generator

Omkring roterns vertikala del, kärnan, ligger en spole som emellertid inte har någon fast förbindelse med rotern utan är så anordnad att rotern fritt kan rotera inuti spolen.

Kurshorisontens Z-generator har sin plats överst i gyrohuset och roterar i det jordmagnetiska fältet. Därvid söker sig de magnetiska kraftlinjerna till rotern eftersom denna är av järn. Detta innebär att då vingarna befinner sig parallellt med jordfältets horisontalkomponent kraftlinjer går in genom den vinge som pekar mot söder, varefter de går igenom kärnan och ut genom den andra vingen som pekar mot norr. När rotern sedan vrider

sig och vingarna intar olika vinkellägen i förhållande till den magnetiska meridianen ändrar sig flödet genom rotorn. För att åskådliggöra hur denna flödesändring sker kan man lämpligen rita upp en kurva enligt bild 3 över flödet genom rotorn vid olika lägen (bild 2).

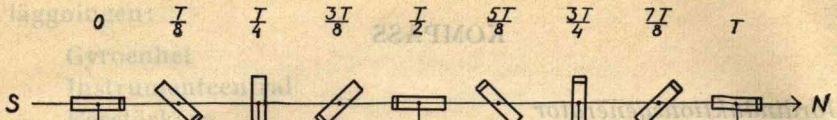


Bild 2.

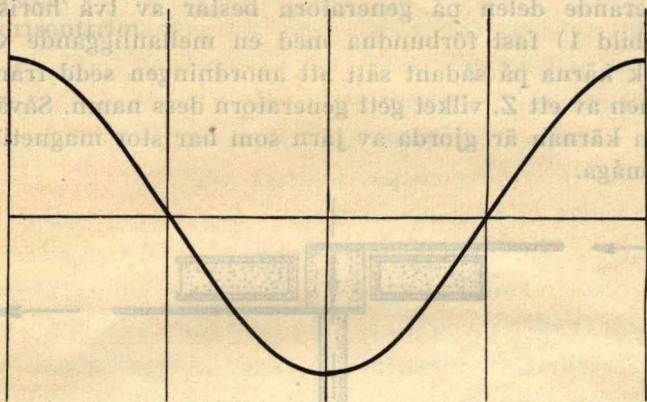


Bild 3.

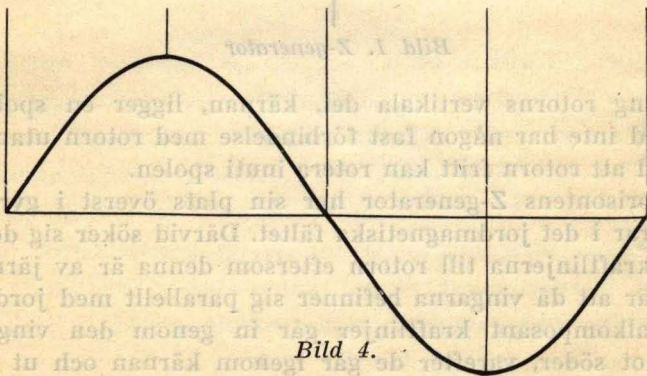


Bild 4.

Bild 2—4 åskådliggör flödes- och spänningsvariationerna i Z-generatorn

Vi antar \int att det tar tiden T för rotorn att vrida sig ett varv och att den vid tiden 0 står parallellt med jordmagnetismens horisontalkomponent (se bild 2). Flödet genom rotorn är vid detta läge maximalt och antas ha positivt värde (bild 3). Vid tiden $\frac{T}{8}$ har rotorn vridit sig $\frac{1}{8}$ varv och står i 45° vinkel mot fältet varför nu endast en del av det maximala flödet går genom rotorn. Kurvan har alltså här sjunkit något jämfört med föregående läge. Vid tiden $\frac{T}{4}$ har rotorn vridit sig $\frac{1}{4}$ varv och står vinkelrätt mot fältet, och inget flöde går genom rotorn längs vingarna. Flödeskurvan visar här följaktligen 0. Vid tiden $\frac{3}{8}T$ står rotorn åter igen i 45° vinkel mot fältet och kurvan visar numeriskt samma värde som vid tiden $\frac{T}{8}$ men är negativ eftersom kraftlinjerna i detta fall går in genom den andra vingen och har motsatt riktning genom kärnan. Vid tiden $\frac{T}{2}$ har rotorn vridit sig $\frac{1}{2}$ varv och genomflytes liksom vid tiden 0 av ett maximalt flöde som dock i detta fall har motsatt riktning genom kärnan. Kurvan får här ett minimum. Vid tiden $\frac{5}{8}T$ står rotorn i 45° vinkel mot fältet och flödet har samma värde som vid tiden $\frac{3}{8}T$. Vid tiden $\frac{3}{4}T$ står rotorn vinkelrätt mot fältet och flödeskurvan visar alltså 0. Vid tiden $\frac{7}{8}T$ är flödet genom rotorkärnan lika stort som vid tiden $\frac{1}{8}T$ men riktat åt motsatt håll, och kurvan är positiv. Vid tiden T slutligen har rotorn fullbordat ett varv och flödet har samma storlek och riktning som vid tiden 0.

Flödet har från tiden 0 till tiden T genomgått en period. Vid fortsatt vridning av rotorn kommer ovan beskrivna förlopp att upprepas och flödet att för varje varv genomgå en period.

Den på bild 3 gjorda grafiska framställningen av det magnetiska flödet genom rotorn motsvarar en 90° fasförskjutet sinuskurva (= cosinuskurva). Man kan därför säga att flödet är sinusformat.

Eftersom Z-generatorns rotorkärna roterar inne i en spole och vid rotationen passeras av ett växelflöde kommer det att induce-

ras en växelspänning i spolen. Då en sådan spänning storlek är proportionell mot flödesändringen per tidsenhet ser spölspänningen under ett varv i grafisk framställning ut som kurvan på bild 4.

Vid tiden 0 är flödeskurvan horisontell och flödet genom rotorn ändrar sig inte i detta ögonblick, varför spänningen här är 0 (bild 4). Vid $\frac{T}{4}$ går flödeskurvan genom 0 och övergår till att bli negativ från att ha varit positiv, dvs flödet genom rotorkärnan byter riktning. Här sker flödesändringen som hastigast och spänningskurvan får ett maximum. Vid tiden $\frac{T}{8}$ har flödesändringen och därmed spänningen ett mellanliggande värde.

På analogt sätt bildas resten av spänningskurvan som en funktion av den hastighet varmed flödet ändrar sig vid olika tidpunkter. Den kurva man erhåller motsvarar en sinuskurva, varför den i spolen inducerade spänningen liksom flödet genom kärnan kan sägas vara sinusformad.

Att det magnetiska flödet genom rotorn, när denna vrider sig ett varv enligt bild 2, varierar enligt en cosinuskurva kan visas på följande sätt. Om det maximala rotorflödet, dvs flödet då rotorn står med vingarna längs fältets horisontella kraftlinjer (bild 5) (jordfältets vertikalkomponent inverkar ej), är lika med Φ_{\max} blir flödet Φ genom rotorn, när denna vridit sig vinkeln α , approximativt lika med komponenten av Φ_{\max} längs rotorn, dvs

$$\Phi = \Phi_{\max} \cos \alpha$$

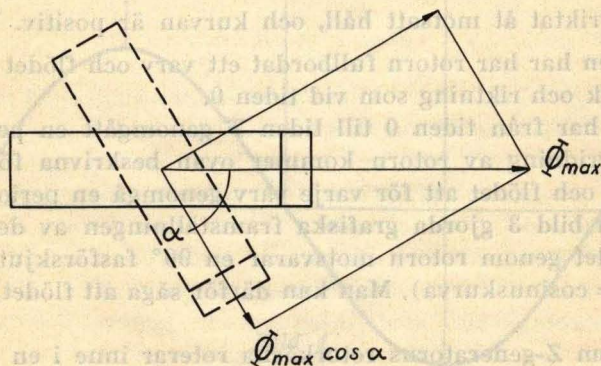


Bild 5. Flödets uppdelning i komponenter

Om vi antar att rotorns rotationshastighet är n r/s och att det tar t sekunder för rotorn att vrida sig vinkeln α radianer så blir

$$\alpha = 2\pi nt$$

varav följer att

$$\Phi = \Phi_{\max} \cos 2\pi nt$$

vilket visar att Φ varierar med tiden enligt en cosinuskurva.

Att den i spolen inducerade spänningen följer sinuskurvan framgår av följande. Enligt lagen för induktion blir spänningen, som vi kallar v , proportionell mot flödesändringen per tidsenhet samt så riktad att om den framdriver en ström alstrar denna ett fält som försöker motverka flödesändringen. Vidare blir spänningen proportionell mot antalet lindningsvarv som vi här kallar N . Vi får då

$$v = -N \frac{d\Phi}{dt}$$

dvs spänningen är proportionell mot derivatan av flödet som funktion av tiden. Alltså blir

$$v = N \cdot \Phi_{\max} 2\pi n \sin 2\pi nt$$

varav framgår att spänningen varierar med tiden enligt en sinuskurva.

Då Z-generatorn roterar i det jordmagnetiska fältet får vi, som vi har konstaterat, en växelspanning i spolen. Denna spänning säger emellertid i och för sig ingenting om fältets riktning i förhållande till flygplanet på vilken generatoren sitter. När flygplanet vrider sig i horisontalplanet ändrar sig inte spänningens storlek utan endast dess fasläge. Spänningskurvan blir med andra ord endast förskjuten utefter tidaxeln. För att kunna använda Z-generatorn som kompass måste man därför också ha en referensspänning med ett fixt fasläge, med vilket man kan jämföra fasläget hos den i spolen inducerade spänningen. En sådan referensspänning framställs i en trefasgenerator, vars rotor sitter på samma axel som Z-generatorns.

Trefasgenerator

Trefasgeneratorn består av en tvåpolig permanentmagnetrotor inne i en stator med tvåpolig trefaslindning (bild 6). När rotorn

roterar skärs statorlindningen av ett roterande magnetfält, och en trefasig spänning induceras i lindningen. Denna spänning får samma frekvens som den i Z-generatorn inducerade, eftersom båda rotorerna sitter på samma axel och ett varvs vridning inducerar en period i båda generatorerna.

Om nu flygplanet går på en bestämd kurs har spänningen i Z-generatorn ett visst fast fasläge i förhållande till trefasgeneratorns spänning. Vrider sig emellertid flygplanet och övergår till en annan

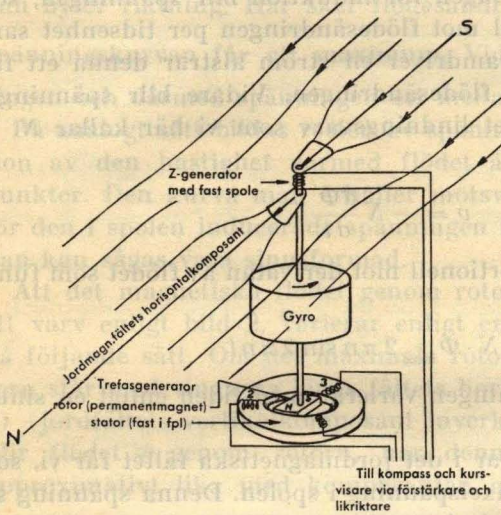


Bild 6. Trefas- och Z-generator

kurs, får det jordmagnetiska fältet ett annat läge i förhållande till flygplanet, och Z-generatorns spänning får ett nytt bestämt fasläge i förhållande till spänningen i trefasgeneratorn. På så sätt motsvaras varje kurs av ett visst bestämt fasförhållande mellan Z-generatorns enfasspänning och trefasgeneratorns trefasspänning. Därför kan man genom att mäta fasförskjutningen mellan de båda spänningarna få reda på flygplanets kurs. Mätningen sker med ett syngonelement, som direkt ställer in en kompassvisare.

Syngonelement

Syngonelementet består av en rotor försedd med en enfaslindning inne i en stator med trefaslindning. Rotorlindningen är ansluten till Z-generatorns spole via en förstärkare, som förstär-

ker den låga spänning som inducerats av det jordmagnetiska fältet (bild 7). Syngonelementets statorlindning är ansluten till trefasgeneratorns statorlindning.

När anläggningen är igång driver den från Z-generatorn kommande förstärkta spänningen en växelström genom syngonelementets rotorlindning, varvid ett magnetiskt växelflöde alstras. På grund av strömmatning från trefasgeneratorn bildas samtidigt

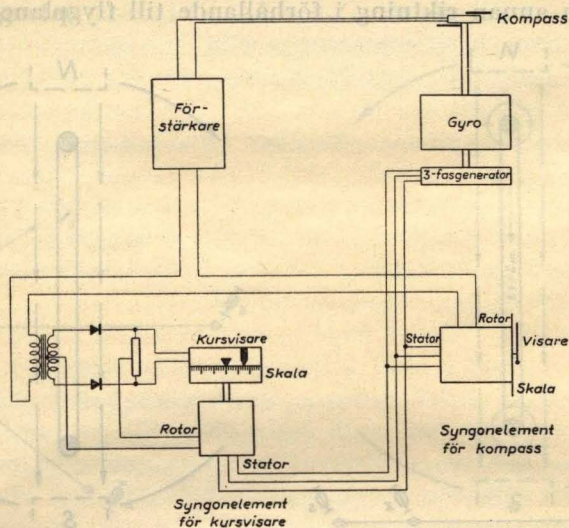


Bild 7. Principschema för kompass och kursvisare

i syngonelementets stator ett fält, som roterar i samma takt som generatorns rotor. Om vi tänker oss syngonelementets rotor i ett visst godtyckligt läge finner vi tydligen att dennas lindning genomflytes av två växelflöden: flödet som orsakas av rotorströmmen och flödet från det roterande statorfältet. Om de båda flödena är fasförskjutna i förhållande till varandra uppstår mellan dem en ömsesidig kraftverkan som gör att rotorn, som ju är rörlig, vrider sig. Vid vridningen ändrar sig emellertid fasläget hos det flöde genom rotorlindningen som åstadkommes av det roterande statorfältet. Vid ett visst läge hos rotorn kommer därför de båda flödena att ligga i fas med varandra. Den ömsesidiga kraftverkan upphör då och rotorn stannar; den befinner sig i neutralläge.

Kompassvisaren som sitter på rotoraxeln är fastsatt på sådant sätt att visaren på kompassrosen, när rotorn befinner sig i neutralläge, pekar ut den kurs som flygplanet just då håller.

Om flygplanet befinner sig på en viss kurs och syngonelementets rotor intagit sitt neutralläge, ligger alltså de båda växelflödena genom rotorlindningen i fas med varandra. Men om flygplanet svänger så att det jordmagnetiska fältets horisontalkomponent får en annan riktning i förhållande till flygplanet, blir fas-

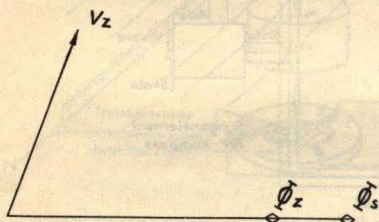


Bild 8. Vektordiagram för syngonelementet

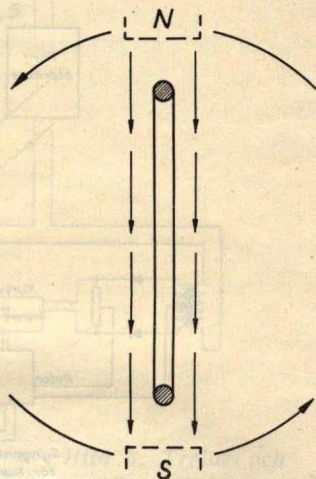


Bild 9. Principskiss över syngonelementet. Rotorn i jämviktsläge

läget förskjutet hos Z-generatorns spänning och därmed även hos det flöde som strömmen genom rotorlindningen åstadkommer. Kraftverkan uppstår då mellan flödet från statorfältet och rotorns eget flöde, varför rotorn vrider sig till ett nytt neutralläge.

Att syngonelementets rotor står stilla i det läge, vid vilket de båda nämnda magnetiska flödena ligger i fas med varandra, och att den vid kursändring hos flygplanet vrider sig i en riktning som motsvarar kursändringen kan visas på följande sätt.

Om vi låter den i Z-generatorn inducerade spänningen representeras av vektorn v_z (bild 8), kan vi låta det flöde som strömmen genom rotorlindningen åstadkommer motsvaras av vektorn

Φ_z då nämligen strömmen och därmed flödet ligger efter spänningen i fas. Om rotorn befinner sig i neutralläge skall enligt vad som ovan sagts flödet från statorfältet ligga i fas med rotorflödet och kan därför representeras av vektorn Φ_s . Vad det innebär att flödena ligger i fas kan vi förstå om vi betraktar bild 9, som föreställer ett tvärsnitt av ett lindningsvarv på rotorn, sett axiellt. Statorfältet tänkes på bilden bildat av ett par roterande permanenta magneter.

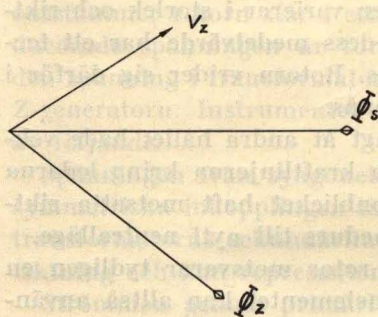


Bild 10. Vektordiagram för syngonelementet

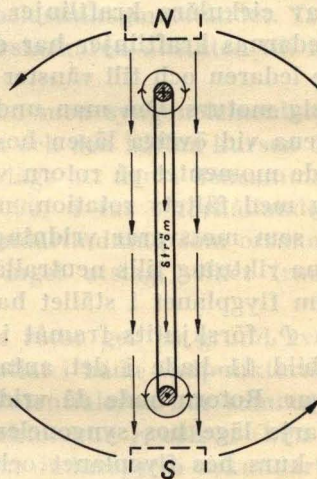


Bild 11. Principskiss över syngonelementet. Rotorn ej i jämviktsläge

I det ögonblick då statorfältet ligger som på bilden, dvs så att inga kraftlinjer omfattas av lindningen, får om rotor- och statorflödena ligger i fas inte heller rotorströmmen sända något flöde genom lindningen. Rotorlindningen är med andra ord strömlös, och ledarna, som ses i sektion på bilden, omges inte av några cirkulära kraftlinjer som i samverkan med statorfältet vill vrida rotorn. Då statorfältet sedan vrider sig och flöde från detta går genom rotorlindningen avger även rotorn själv ett flöde, dvs ström går då samtidigt genom lindningen. Ett vridande moment uppstår då på rotorn, men detta moment ändrar riktning för varje kvadrant som statorfältet genomlöper så att dess medelvärde blir noll och på grund av fältets höga rotationshastighet hinner rotorn aldrig vrida sig ur sitt läge. Rotorn står alltså stilla.

Om nu flygplanet svänger och intar en sådan kurs att fasläget hos Z-generatorns spänning förskjutes bakåt, kommer såväl spänningsvektorn v_z som flödesvektorn Φ_z att få sitt läge förskjutet bakåt såsom på bild 10. Detta innebär att då statorfältet befinner sig i ett läge enligt bild 11 och dess flöde genom rotorlindningen är noll för att i nästa ögonblick börja passera genom lindningen från vänster till höger, rotorn avger ett flöde som går från höger till vänster. Ledarna, som visas i sektion, omges då av cirkulära kraftlinjer enligt bild 11. Statorfältets och rotorledarnas kraftlinjer har då samma riktning till höger om den övre ledaren och till vänster om den nedre, varför rotorn vill vrida sig moturs. Om man undersöker förhållandet mellan de båda flödena vid övriga lägen hos statorfältet finner man att det vridande momentet på rotorn visserligen varierar i storlek och riktning med fältets rotation, men att dess medelvärde har ett tecken som motsvarar vridning moturs. Rotorn vrider sig därför i denna riktning tills neutralläget uppnås.

Om flygplanet i stället hade svängt åt andra hållet hade vektorn Φ_z förskjutits framåt i fas och kraftlinjerna kring ledarna på bild 11 hade i det antagna ögonblicket haft motsatta riktningar. Rotorn hade då vridit sig medurs till nytt neutralläge.

Varje läge hos syngonelementets rotor motsvarar tydligen en viss kurs hos flygplanet och syngonelementet kan alltså användas som kompass.

KURSVISARE

Om man vill hålla ett flygplan på en bestämd kurs under en längre tid är det bekvämt att ha ett instrument som kan ställas in så att om den riktiga kursen hålles instrumentets visardel står i neutralläge men vid kursavvikelse gör utslag åt det håll avvikelser sker. En sådan s k kursvisare ingår även i kurshorisontanläggningen.

Kursvisaren består av ett syngonelement med en enfaslindad rotor inne i en trefaslindad stator. Statorlindningen är ansluten till gyrots trefasgenerator (bild 7), och rotorlindningen är kopplad till en brygga bestående av transformator, likriktare, belastningsmotstånd och ett vridspoleinstrument, som är det instrument som ger utslag vid kursavvikelse.

Då anläggningen är igång bildar trefasströmmen från trefasgeneratoren ett roterande fält inne i syngonelementets stator. Detta fält inducerar i sin tur en växelspänning i rotorn, vilken med en kursinställarvev är inställd i ett visst läge. Detta läge bestäms av den önskade kursen och kan uppsökas med hjälp av en cirkulär skala som vrider sig samtidigt som rotorn vrids. Spänningen som erhåller olika faslägen vid olika lägen hos rotorn är kopplad till bryggan mellan mittpunkten på transformatorns sekundärlindning och mittpunkten på belastningsmotståndet. Transformatorns primärlindning är via förstärkaren ansluten till kompassens Z-generator.

Kursinställningsskalan är förbunden med syngonelementets rotoraxel på så sätt att då den inställda och den hållna kursen överensstämmer rotorn står i ett sådant läge att den i densamma inducerade spänningen är förskjuten 90° i fas i förhållande till den spänning i transformatorns sekundärlindning som orsakas av Z-generatorn. Instrumentet gör då inget utslag, vilket framgår av följande.

Spänningen från syngonelementets rotor ger på grund av den symmetriska inkopplingen lika potential i båda ändpunkterna på transformatorns sekundärlindning. Potentialerna har samma fasriktning och kan representeras av vektorerna r_1 och r_2 (bild 12).

Strömmen genom primärlindningen inducerar i sekundärlindningen en spänning som i varje ögonblick har samma riktning genom hela lindningen. Från mittpunkten sett kommer denna spänning att vara uppdelad i två spänningar som i respektive lindningshalvor har rakt motsatta riktningar, dvs om spänningen i ena halvan stiger i riktning *från* mittpunkten, stiger spänningen i andra halvan i riktning *mot* mittpunkten. Det råder alltså en fasförskjutning på 180° .

För att få fram den totala potentialen i sekundärlindningens ändpunkter kan man låta de båda sistnämnda spänningarna representeras av vektorerna z_1 och z_2 och addera dessa till vektorerna r_1 och r_2 . Spänningen från syngonelementet avviker som nämnts 90° i fas från spänningen som orsakas av Z-generatorn, och vektordiagrammet kommer därför att se ut som på bild 12. Potentialerna i sekundärlindningens ändpunkter motsvaras då av vektorerna v_a och v_b .

Som synes är v_a och v_b lika stora men har olika fasläge. Det

råder alltså en växelspänning mellan sekundärlindningens ändpunkter. Det är emellertid inte spänningen mellan dessa punkter som har betydelse för visarinstrumentet utan spänningen över belastningsmotståndet. Dit kommer på grund av likriktarna endast de positiva halvvågorna hos spänningarna att nå fram, och över belastningsmotståndet kommer att råda en intermitterent växelspänning, vilken på grund av den höga frekvensen inte inverkar på visarinstrumentet, varför detta inte gör något utslag.

Om vi nu antar att flygplanet gör en avvikelse från den inställda kursen kommer fasförskjutningen mellan de båda till bryggan anslutna spänningarna att ändras och inte längre vara

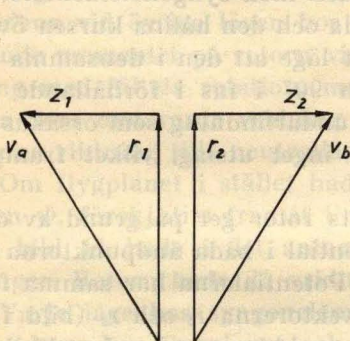


Bild 12. Vektordiagram för kursvisaren

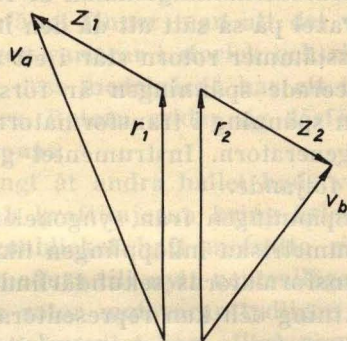


Bild 13. Vektordiagram för kursvisaren

90°. Vektordiagrammet får då ett utseende som till exempel på bild 13.

Spänningarna v_a och v_b blir olika stora och ligger som förut inte i fas. Till belastningsmotståndets ändpunkter kommer då genom likriktarna positiva spänningshalvvågor, som vid den ena ändpunkten är större än vid den andra. Över belastningsmotståndet råder följaktligen dels en intermitterent likspänning, dels en intermitterent växelspänning. Växelspänningen inverkar inte på visarinstrumentet medan däremot likspänningen förorsakar ett utslag åt ena hållet. Instrumentet är inkopplat så att utslaget sker åt samma håll som kursavvikelsen.

Av vektordiagrammen kan man förstå att visarinstrumentet inte gör något utslag vid kontrakurs. Vektorerna z_1 och z_2 kastar

då om riktning, men v_a och v_b förblir lika stora. Maximal ström i vridspoleinstrumentet erhålles när kursavvikelsen är 90° .

Ehuru kursvisarens utslag är större ju större kursavvikelsen är tills visaren nått ändläge är utslaget inte proportionellt mot kursavvikelsen. Kursavvikelsens storlek kan alltså inte avläsas på inställningsskalan.

Att förhållandet är sådant kan man förstå om man undersöker hur spänningen över instrumentet varierar med kursavvikelsen.

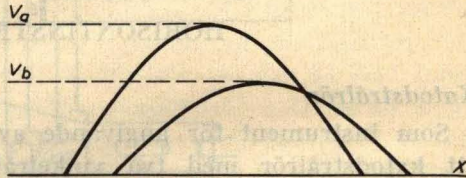
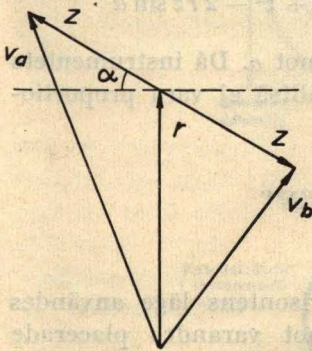


Bild 14. Vektordiagram för kursvisaren

Bild 15. Spänningskurvor för kursvisaren

Om vi sammanslår vektordiagrammen på bild 13, där r_1 och r_2 är lika, får vi ett diagram enligt bild 14. Vektorn r representerar där amplitudvärdet hos spänningen från syngonelementets rotor. Den spänning som Z -generatoren orsakar i transformatorns sekundärledning ger i båda ändpunkterna numeriskt lika potential. Vi antar att amplitudvärdet på denna är lika med z . Vektorerna v_a och v_b motsvarar amplituderna på de resulterande potentialerna och vinkeln α är lika med kursavvikelsen.

De resulterande potentialerna kan efter att ha likriktats antas variera under en period enligt kurvorna på bild 15. Om likspänningens medelvärde kallas v_L får man

$$v_L = \frac{v_a - v_b}{2\pi} \int_0^\pi \sin x \, dx = \frac{1}{\pi} v_a - \frac{1}{\pi} v_b$$

Ur diagrammet på bild 14 får man enligt cosinusteoremet

$$v_a^2 = r^2 + z^2 - 2rz \cos(\alpha + 90)$$

$$v_a = \sqrt{r^2 + z^2 + 2rz \sin \alpha}$$

$$v_b^2 = r^2 + z^2 - 2rz \cos(90 - \alpha)$$

$$v_b = \sqrt{r^2 + z^2 - 2rz \sin \alpha}$$

Efter insättning i uttrycket för v_L ovan får man

$$v_L = \frac{1}{\pi} \sqrt{r^2 + z^2 + 2rz \sin \alpha} - \frac{1}{\pi} \sqrt{r^2 + z^2 - 2rz \sin \alpha}$$

varav framgår att v_L ej är proportionell mot α . Då instrumentets utslag är proportionellt mot v_L kan det alltså ej vara proportionellt mot α .

HORISONTINSTRUMENT

Katodstrålrör

Som instrument för angivande av horisontens läge användes ett katodstrålrör med två vinkelrätt mot varandra placerade plattpar för strålens avlänkning (bild 16). Röret är inmonterat så att man endast ser utsidan av den skärm, vars insida träffas av katodstrålen. Då anläggningen är igång syns på skärmen ett lysande streck, vars läge i förhållande till en flygplansbild på skärmen motsvarar horisontens läge i förhållande till flygplanet. Att katodstrålen bildar ett streck och att detta streck ändrar läge då flygplanet vrider sig kring längd- och tvärxlarna beror på att avlänkingsplattorna påläggs spänningar som kommer från givare i gyrot.

Sidlutningsgivare

Sidlutningsgivarna består i princip av en med en lindning försedd rotor inne i en stator med två mot varandra vinkelräta lindningar. Rotorn är fast förbunden med gyrots kardanring medan statorn är fäst på stativet. Då flygplanet vrider sig kring sin längdaxel vrider sig därför rotorn i förhållande till statorn.

Av statorns båda lindningar ligger den ena med sitt plan horisontellt och den andra vertikalt (bild 17). Den förra är kopplad till rörets båda horisontellt motstående avlänkingsplattor,

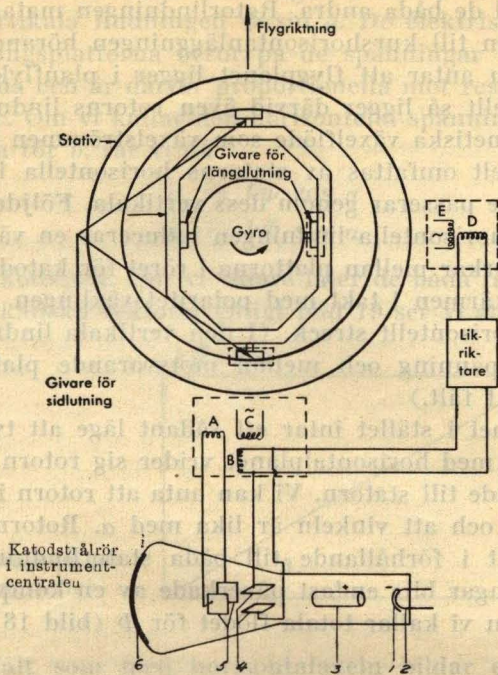


Bild 16. Katodstrålrörets inkoppling till givarna

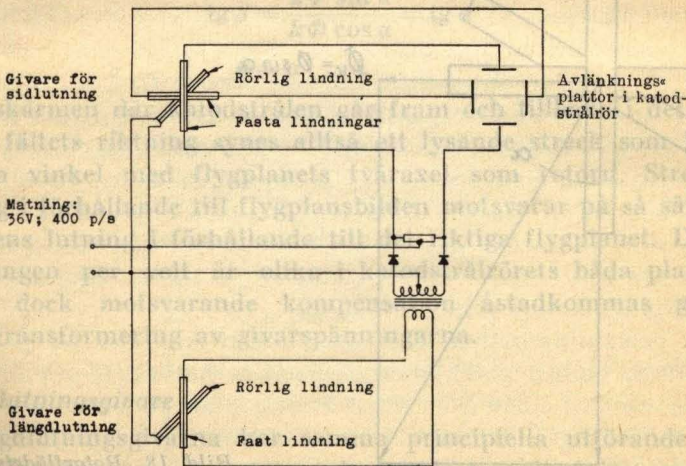


Bild 17. Principschema för horisontinstrumentet

den senare till de båda andra. Rotorlindningen matas med växelström från den till kurshorizontanläggningen hörande omformaren. Om vi nu antar att flygplanet ligger i planflykt med vingarna horisontellt så ligger därvid även rotorns lindning horisontellt. Det magnetiska växelflöde som växelströmmen alstrar kommer då att helt omfattas av statorns horisontella lindning medan inget flöde passerar genom dess vertikala. Följden härav blir att det i den horisontella lindningen induceras en växelspanning, som då den verkar mellan plattorna i röret för katodstrålen fram och åter på skärmen i takt med polaritetsväxlingen. På skärmen syns då ett horisontellt streck. (I den vertikala lindningen induceras ingen spänning och mellan motsvarande plattor uppstår inget elektriskt fält.)

Om flygplanet i stället intar ett sådant läge att tvärxeln bildar en vinkel med horisontalplanet vrider sig rotorn samma vinkel i förhållande till statorn. Vi kan anta att rotorn intar ett läge enligt bild 18 och att vinkeln är lika med α . Rotorns växelflöde flyter då snett i förhållande till båda statorlindningarna. Respektive lindningar blir endast påverkade av en komponent av totala flödet. Om vi kallar totala flödet för Φ (bild 18), blir flödet

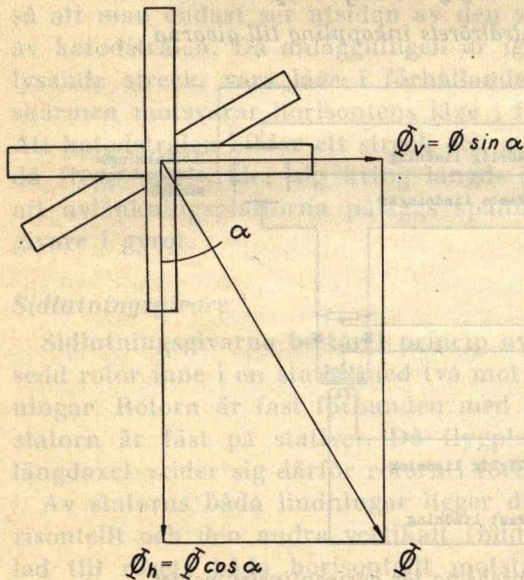


Bild 18. Rotorflödets uppdelning i komponenter

Φ_h genom den horisontella lindningen $\Phi \cos \alpha$ och flödet Φ_v genom den vertikala lindningen $\Phi \sin \alpha$. De elektriska fälten mellan avlänkningsplattorna beror på de spänningar som induceras i lindningarna och är därför proportionella mot respektive flödeskomponenter. Om vi kallar den horisontella spänningen för v_h och den vertikala för v_v får vi då

$$v_h = k\Phi \cos \alpha$$

$$v_v = k\Phi \sin \alpha$$

där k är en konstant. Om vi vidare låter de båda fälten representeras av fysikaliska vektorer enligt bild 19 ser vi att vi får ett re-

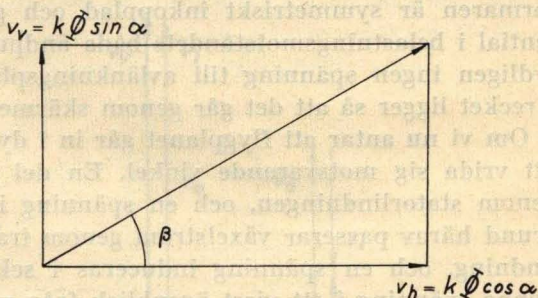


Bild 19. Diagram för avlänkningsfältet

sulterande fält som med horisontalaxeln bildar en vinkel som vi kan kalla β . Enligt bilden får vi då

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{k\Phi \sin \alpha}{k\Phi \cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\beta = \alpha$$

På skärmen där katodstrålen går fram och tillbaka i det elektriska fältets riktning synes alltså ett lysande streck som bildar samma vinkel med flygplanets tväraxel som rotorn. Streckets lutning i förhållande till flygplansbilden motsvarar på så sätt horisontens lutning i förhållande till det riktiga flygplanet. Då avlänkningsen per volt är olika i katodstrålrörets båda plattor, måste dock motsvarande kompensation åstadkommas genom olika transformering av givarspänningarna.

Längdlutningsgivare

Längdlutningsgivarna har samma principiella utförande som sidlutningsgivarna, men statorn har endast en lindning som lig-

ger så att dess plan är vertikalt. Rotorlindningen matas med växelström, och statorlindningen är kopplad till en brygga med transformator, likriktare och belastningsmotstånd enligt bild 17. Bryggan är ansluten till vertikalavläkningsplattorna på sådant sätt att den ligger i serie med sidlutningsgivarens vertikala lindning. Mellan mittpunkten på transformatorns sekundärlindning och mittpunkten på belastningsmotståndet är en från omformaren kommande växelspanning inkopplad.

Om flygplanet går i planflykt står rotorns lindning vinkelrätt mot statorns och ingen spänning induceras i den senare. Givaren lämnar alltså ingen spänning till bryggan. Spänningen från omformaren är symmetriskt inkopplad och ger alltså samma potential i belastningsmotståndets båda ändpunkter. Bryggan tillför tydligen ingen spänning till avläkningsplattorna, och horisontstreckket ligger så att det går genom skärmens mittpunkt.

Om vi nu antar att flygplanet går in i dykning kommer rotorn att vrida sig motsvarande vinkel. En del av rotorflödet går då genom statorlindningen, och en spänning induceras i denna. På grund härav passerar växelström genom transformatorns primärlindning, och en spänning induceras i sekundärlindningen. Om denna spänning i ett visst ögonblick från mittpunkten sett stiger mot ena ändpunkten sjunker den samtidigt mot den andra. Potentialerna i ändpunkterna har alltså mot varandra rakt motsatt fas. Spänningen från omformaren däremot blir symmetriskt fördelad på ömse sidor om mittpunkten och ger potentialer av samma fas i båda ändpunkterna.

Om vi nu ritar upp vektordiagram för att få fram den resulterande potentialen i respektive ändpunkter, ser dessa ut som på bild 20. Potentialen som orsakas av omformaren motsvaras av v_o , och potentialen som orsakas av induktionen av v_i . Resulterande potentialen v_v på vänstra sidan blir lika med algebraiska summan dvs $v_v = v_i + v_o$, och på den högra sidan blir den lika med skillnaden dvs $v_H = v_o - v_i$. Det råder alltså en växelspanning mellan sekundärlindningens ändpunkter.

Till belastningsmotståndets ändpunkter kommer på grund av likriktarna endast potentialernas positiva halvvågor och då dessa på den vänstra sidan hela tiden är större än på den högra, råder över belastningsmotståndet en motsvarande pulserande likspänning som kan sägas vara sammansatt av en jämn likspänning

och en på denna överlagrad växelspänning. Växelspänningen filteras bort medelst filter och till avlänkingsplattorna kommer från bryggan en jämn likspänning som avböjer katodstrålen uppåt. Det lysande streck som bildas på skärmen på grund av spänningarna från sidlutningsgivarna blir helt enkelt parallellflyttat uppåt, vilket motsvarar den verkliga horisontens lägesförändring i förhållande till flygplanet.

Som man förstår kommer vid varje vridning hos flygplanet kring tvärxeln likspänningen över avlänkingsplattorna att änd-

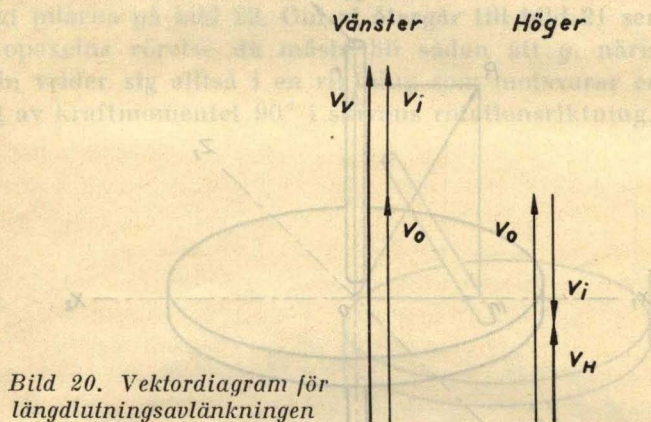


Bild 20. Vektordiagram för längdlutningsavlänkning

ras och därmed horisontstrecket att flyttas i den riktning som motsvarar den verkliga horisontens relativa lägesförändring. Spänningen över belastningsmotståndet är proportionell mot sinus för rotorns vridningsvinkel dvs flygplanets lutningsvinkel. Om man kallar vridningsvinkeln för α får man nämligen följande (bild 20):

$$v_i = k \cdot \sin \alpha \quad (k = \text{konstant})$$

$$v_v = v_0 + k \sin \alpha$$

$$v_H = v_0 - k \sin \alpha$$

$$v_v - v_H = 2k \sin \alpha$$

Om flygplanet går in i stigning i stället för dykning blir flödesriktningen omkastad i givarens statorlindning och v_i får rakt motsatt fasläge. Likspänningens polaritet blir då ombytt och horisontstrecket sänks till ett läge under skärmens mittpunkt.

GYROTS STABILISERING

Ett gyroskop består i princip av en axel med en kring denna jämnt fördelad massa. Då gyroskopet är igång, dvs då det roterar kring sin axel, strävar det att behålla axelriktningen oförändrad i rymden. Om gyrot emellertid utsättes för ett kraftmoment som förändrar axelns riktning, ett sk precessionsmoment, vrider det sig i ett plan vinkelrätt mot kraftmomentets, varvid

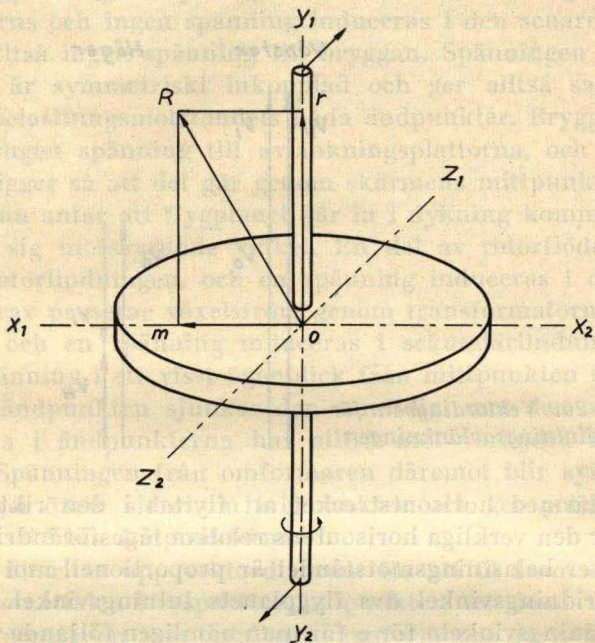


Bild 21. Vektordiagram för gyrot

man får tänka sig momentet förskjutet 90° med rotationsriktningen.

Precessionsfenomenet kan förklaras på följande sätt. Vi antar att vi har en gyroskopsnurra enligt bild 21, vars axel utsättes för ett moment så riktat att det vill föra y_1 mot z_1 och y_2 mot z_2 . Detta moment kan då representeras av vektorn $O-m$. Med den i figuren antagna rotationsriktningen hos skivan kan vi låta rotationen motsvaras av vektorn $O-r$. Resultanten av de båda vektorerna

blir då O—R. Varje punkt i skivan kommer med andra ord att beskriva en rörelse som motsvarar en rotation hos skivan enligt vektorn O—R. Den teoretiska axel kring vilken den resulterande rotationen sker ligger givetvis i samma riktning som vektorn O—R och får alltså ett snett läge i förhållande till skivan (bild 22). På grund av centrifugalkraften strävar emellertid varje punkt på skivan att komma så långt ut från rotationscentrum som möjligt, dvs skivan vill inta ett vinkelrätt läge i förhållande till den teoretiska axeln. Följden härav blir att skivan får en rörelsetendens enligt pilarna på bild 22. Om vi återgår till bild 21 ser vi att gyroaxelns rörelse då måste bli sådan att y_1 närmar sig x_1 . Axeln vrider sig alltså i en riktning som motsvarar en förskjutning av kraftmomentet 90° i skivans rotationsriktning.

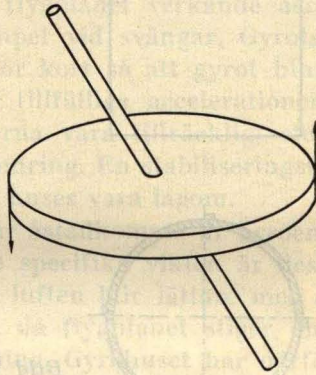


Bild 22. Precessionsrörelsen

I kurshorisontanläggningen utnyttjas precessionsfenomenet till att åstadkomma automatisk lodsökningstendens hos gyrot. En förutsättning för att kompass- och horisontinstrumenten skall visa riktigt är att gyroaxeln har samma riktning som jordaccelerationen. Om gyrot från början bibringas en sådan axelriktning, kan det dock inte behålla densamma utan särskild stabiliseringsanordning. Friktion i lager och brister i gyrots utbalansering orsakar nämligen precessionsmoment som gör att gyrot »vandrar ut». Utvandring skulle för övrigt uppstå även om det vore möjligt att tillverka ett gyro utan ovannämnda ofullkomligheter, ty på grund av jordens rotation ändrar sig ständigt jordaccelerationens riktning vid flygplanet i förhållande till en bestämd riktning i rymden såvida inte flygplanet uppehåller sig vid geografiska nord-

eller sydpolen. Sådan förändring orsakas även av flygplanets förflyttning i förhållande till jorden.

För att utvandringen skall kunna motverkas automatiskt måste man ordna så att gyroaxeln vid behov blir utsatt för lämpligt riktade momentkrafter. Sådana krafter åstadkommes på pneumatisk väg.

I gyrohuset, i vilket gyrorotorn roterar, finns en fläktanordning som bibringar luften i huset ett övertryck. I gyrohusets vägg finns fyra jämnt fördelade hål så placerade att sammanbindningslinjen

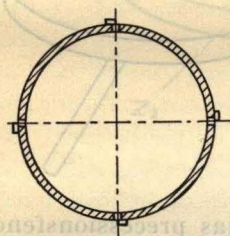
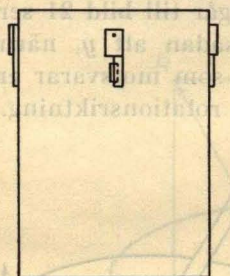


Bild 23. Principskiss över stabiliseringsklaffarnas utförande och placering

mellan två motstående hål är parallell med flygplanets längd- respektive tväraxel (bild 23). Då gyrot står lodrätt är hålen delvis täckta av klaffar, som hänger ner från två mot varandra vinkelräta axlar som går genom gyrohuset. Genom hålen tränger den komprimerade luften ut, men då öppningarna är lika stora åt alla håll, håller de reaktionskrafter som uppstår då luftens tryckenergi vid tryckfallet i öppningarna omvandlas till rörelseenergi varandra i jämvikt.

Om däremot gyrot vandrar ut så att gyroaxeln upphör att vara lodrät blir förhållandet annorlunda. Vi kan till exempel anta att gyrohuset genom utvandringen vrider sig i ett plan parallellt

med flygplanets tvärxel. Emedan klaffarna har sin tyngdpunkt under sina axlar kommer då det klaffpar vars axel är parallell med flygplanets längdaxel att få ett ändrat läge i förhållande till hålen. Såsom klaffarna är utformade och anbringade blir den ena öppningen större och den andra mindre. Reaktionskrafterna på ömse sidor blir då inre längre lika utan gyroaxeln blir utsatt för ett moment, som på grund av precessionsrörelse hos gyrot återför detta till ett sådant läge att gyroaxeln blir lodrät.

På detta sätt uppstår alltid, då gyrot avviker från lodläget, reaktionskrafter som strävar att återföra gyrot. Det är emellertid att märka att den lodlinje vars riktning de hängande klaffarna håller, är flygplanets skenbara lodlinje. Detta innebär att gyrot söker ställa in sig i riktning med resultanten till jordaccelerationen och andra eventuella på flygplanet verkande accelerationskrafter, som uppstår till exempel vid svängar. Gyrots stabiliseringstid får därför inte vara för kort så att gyrot hinner alltför mycket anpassa sitt läge efter tillfälliga accelerationer. Å andra sidan måste lodsökningskrafterna vara tillräckligt stora för att effektivt kunna motverka utvandring. En stabiliseringstid av 5—8 minuter för en återgång på 30° anses vara lagom.

Det tryck som fläkten förmår åstadkomma är beroende av luftens specifika vikt. Ju mindre specifika vikten är desto mindre blir fläktrycket, och eftersom luften blir lättare med ökad höjd skulle alltså fläktrycket avta då flygplanet stiger om det inte finnes någon regleringsanordning. Gyrohuset har därför försetts med en fjäderbelastad ventil, tryckregulatorn, som utjämnar tryckskillnaderna.

GYROTS LÄSNING

För att kurshorisontens gyro skall kunna bibehålla sitt lodläge trots lutningsrörelser hos flygplanet är det upphängt kardanskt. Vinkeln mellan gyroaxeln och flygplanets höjdaxel kan dock inte bli hur stor som helst utan maximalt 70° vid längdlutning och 110° vid sidlutning. Om flygplanet sedan någon av dessa vinklar uppnåtts skulle lutas ytterligare, kan gyrot lätt råka i kraftiga, för lagren skadliga svängningar, om det inte finnes någon skyddande anordning. Ett särskilt läsningssystem ingår därför i kurshorisontanläggningen.

I låsningssystemet ingår förutom själva låsmekanismen i gyrot en motor för drivningen, kontakter i gyrot för automatisk låsning, tryckknappar på instrumentcentralen för manuell låsning och frigöring samt ett relä för koppling av strömmen.

Låsmekanismen består av två kuggsektorer som löper i en med spår försedd ring omkring gyrot (bild 24). På var och en av dessa sektorer sitter innanför ringen en mot ringens plan vinkelrät

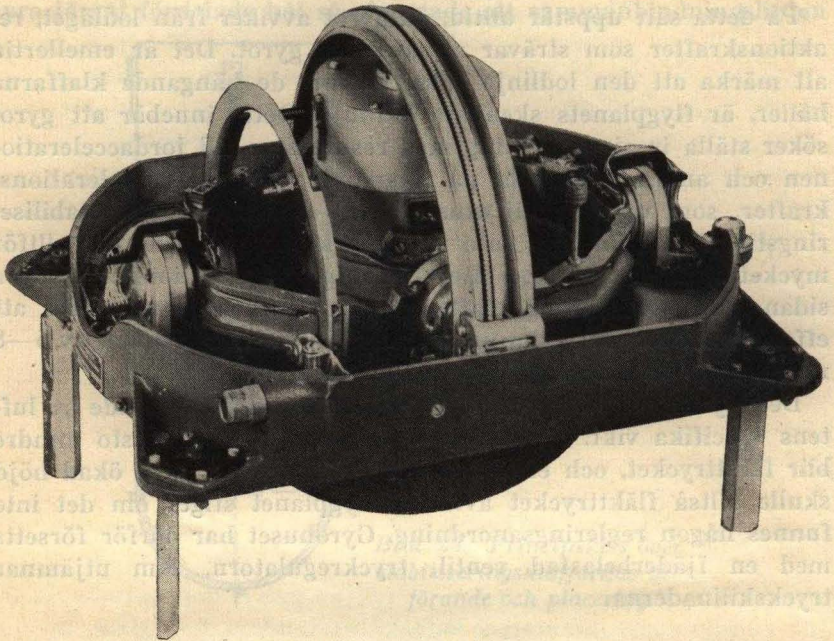


Bild 24. Gyroenhet

arm, som följaktligen parallellförskjuts utefter ringens insida när sektorn rör sig. Fast förbunden med gyrohuset och mitt för detta axelcentrum sitter på ena sidan mellan kardanringen och kuggsektorringen likaledes en arm, som är vinkelrät mot gyrots lodaxel och så placerad att den vid alla lägen hos gyrot i förhållande till stativet befinner sig i kuggsektorarmarnas bana. Då gyrot skall låsas och låsmotorn startat bringas kuggsektorerna av kugghjulet att löpa så att armarna förs mot varandra mot det läge som gyrohusets arm har då gyroaxeln är parallell med flyg-

planets höjdaxel. Om då gyrot ligger snett i förhållande till stativet ligger armen mitt för gyrohusaxeln i vägen för den ena eller båda sektorarmarna och tvingas av dessa till det läge vid vilket gyroaxeln är parallell med flygplanets höjdaxel. Armen ligger sedan fastklämd där tills gyrot åter skall frigöras, då kuggsektorerna drivs åt motsatt håll.

Låsmotorn, som driver kuggsektorerna, är ansluten till gyroenheten medelst en böjlig axel. Den går åt olika håll vid låsning och frigöring av gyrot och har en särskild fältlindning för varje rotationsriktning.

Låsning eller frigöring påbörjas i och med att låsmotorn sätts igång vilket sker genom att reläet sluter en strömkrets innehållande motorns ankare jämte den fältlindning som ger rätt rotationsriktning. Då låsningen eller frigöringen fullbordats bryts motorströmmen av den ena av två till motorn hörande ultrabrytare, vilken träder i funktion när det vridande momentet på axeln starkt förstoras, såsom fallet blir då kuggsektorerna nått ändläge.

Reläet i sin tur sätts i funktion genom att en kontakt påverkas i gyroenheten eller instrumentcentralen. Kontakterna i gyroenheten sitter så att de påverkas när gyroaxeln bildar maximal sid- eller längd lutningsvinkel med flygplanets höjdaxel. Kontakterna i instrumentcentralen kan vid behov påverkas manuellt medelst de båda tryckknapparna, av vilka den ena manövreras vid låsning och den andra vid frigöring.

Hur låsningssystemet är kopplat framgår av bild 25. Kontakterna i gyroenheten är parallellkopplade och kan därför i schemat representeras av en enda kontakt. Bilden visar det tillstånd vid vilket gyrot är frigjort. Magnetspolen i reläet är strömlös, och reläets växlingskontakt som är ansluten till minuspolen hålls av fjäderkraft i sådant läge att den har kontakt med ledningen till låsmotorns fältlindning för frigöringsrotation. Ultrabrytaren som ligger i serie med lindningen är emellertid öppen och lindningen är strömlös. Ultrabrytaren i serie med den andra fältlindningen är däremot sluten, men i detta fall är strömkretsen bruten av växlingskontakten. Ingen ström går alltså genom motorn, och denna står still.

Om nu någon av kontakterna i gyrot eller låsknappen på instrumentcentralen blir intryckt (samtliga är parallellkopplade), sluts strömmen till reläets magnetspole och fasthållningskon-

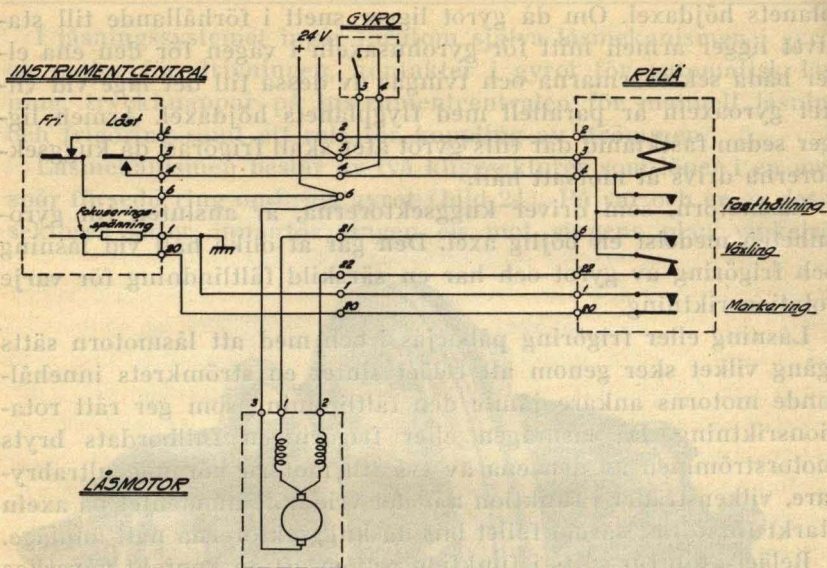
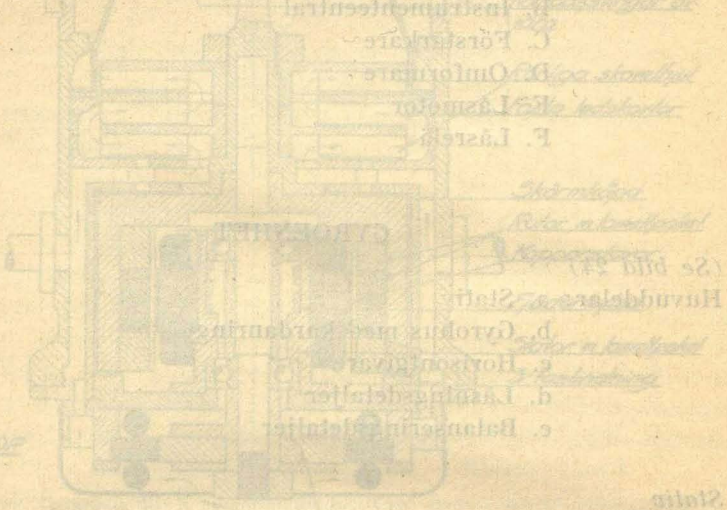


Bild 25. Kopplingschema för låsningssystemet

takten attraheras, varigenom spolen får ström även sedan kontakten i gyrot eller instrumentcentralen brutits. Av magnetspolen attraheras även växlingskontakten. Härigenom sluts den strömkrets som innehåller låsmotorns fältledning för låsningsrotation. Motorn startar följaktligen och kuggsektorerna i gyrot börjar löpa. Då dessa nått ändläge, varvid gyrohuset hålls fastlåst, kan de inte komma längre och det vridande momentet på låsmotorns axel förstoras. På grund härav bringas genom en särskild anordning ultrabrytaren i serie med den strömförande fältledningen att bryta. Låsmotorn stannar och låsningsförloppet är fullbordat.

Önskar man åter frigöra gyrot trycker man på knappen FRI på instrumentcentralen. Strömmen till reläets magnetpole bryts då, och fasthållningskontakten fjädrar ifrån så att spolen förblir strömlös även sedan knappen släppts. Vidare går växlingskontakten tillbaka till läget enligt schemat och strömmen går till fältledningen för frigöringsrotation genom motsvarande ultrabrytare, vilken fjädrade tillbaka till slutet läge när motorn startade för låsning. Vid stillastående motor står alltid den ultrabrytare i öppet läge som sist förde ström medan den andra står slutet.

Såsom framgår av bild 25 finns i reläet även en kontakt benämnd MARKERING. När gyrot är låst håller fältet från reläets magnetpole denna kontakt i sådant läge att ett motstånd är kortslutet i instrumentcentralen. Fokuseringsspänningen i katodstrålröret är då sådan att horisontstrecket är onormalt brett (ca 2 cm), vilket anger att gyrot är låst. När gyrot frigörs fjädrar kontakten ifrån och horisontstrecket får normal bredd.



Stället som nämns i texten är avsett för att mätas av en skala. För denna skala är en källa som kan spännas fast över skalen med två låderbänkar.

För gyroskopets avläsning i flygplanet finns det på stället två upphållningsställen som är försedda med stödbenar av gummi. För stället för även två separata ben som kan skruvas på eller av. I de nämnda benen är det möjligt att i ett ben i närheten av stället och gyroskopets horisontstreck på ett ben. Detta stället är för att användas för att mätas av en skala. På stället finns även stället för avläsningen för de riktiga ställen. Detta stället är för att mätas av en skala från horisonten. Detta stället är för att mätas av en skala med riktigt uppått och nedått. Detta stället är för att mätas av en skala i horisontell läge.

Gyroskopet som har cylindrisk form är uppbyggt i en kardanring på så sätt att två motstående axellappar på gyroskopet ligger i ett plan som är vinkelrätt mot kardanringens (se bild 26 och 27) rotationsaxel.

ANLÄGGNINGENS DELAR

- Huvuddelar: A. Gyroenhet
B. Instrumentcentral
C. Förstärkare
D. Omformare
E. Låsmotor
F. Låsrelä

GYROENHET

(Se bild 24)

- Huvuddelar: a. Stativ
b. Gyrohus med kardanring
c. Horisontgivare
d. Låsningsdetaljer
e. Balanseringsdetaljer

Stativ

Stativet, som uppbär gyroenhetens övriga delar, utgörs av en skål. Till denna hör en kåpa, som kan spännas fast över skålen med fyra fjäderhakar.

För gyroenhetens montering i flygplanet finns det på stativet fyra upphängningsställen, som är försedda med stötdämpare av gummi. Till stativet hör även fyra separata ben, som kan skruvas i när man vill ställa upp gyroenheten horisontellt på t e ett bord.

På stativets framsida sitter anslutningarna för de elektriska ledningarna och för den böjliga axeln från låsmotorn.

Längst bak finns ett vattenpass, med vilket man kan kontrollera om gyroenheten befinner sig i horisontellt läge.

Gyrohus med kardanring (Se bild 26 och 27)

Gyrohuset, som har cylindrisk form, är upphängt i en kardanring på så sätt att två motstående axeltappar på gyrohuset ligger

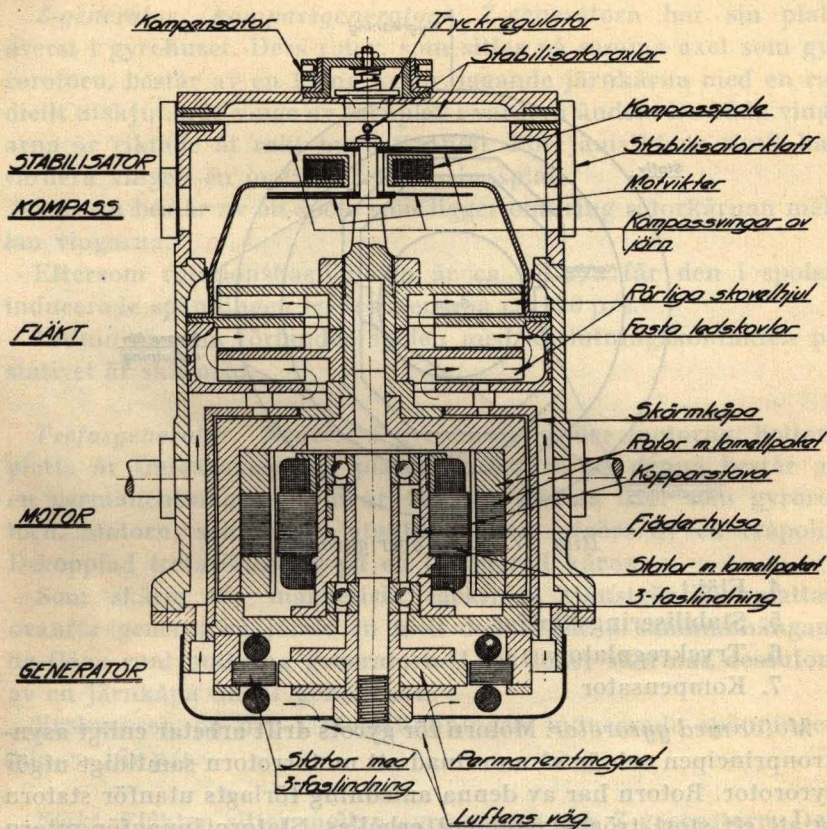


Bild 26. Sektion av gyrohus

i motsvarande lager på kardanringen. Axeltapparna är parallella med flygplanets tväraxel. Kardanringen är i sin tur på liknande sätt upphängt i stativet, ehuru axeltapparna här är parallella med flygplanets längdaxel.

Den elektriska överföringen mellan stativet och kardanringen samt mellan kardanringen och gyrohuset sker med fina, lättböjliga ledningar.

Gyrohuset uppstår följande huvuddelar:

1. Motor med gyrorotor
2. Z-generator (kompassgenerator)
3. Trefasgenerator

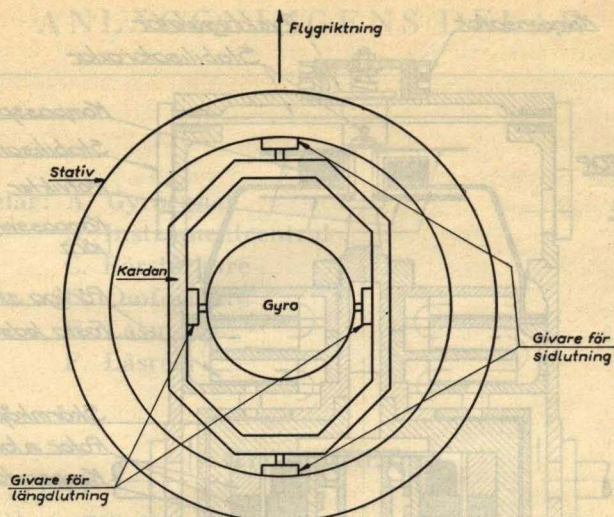


Bild 27. Skiss över gyroenheten

4. Fläkt
5. Stabiliseringsklaffar
6. Tryckregulator
7. Kompensator

Motor med gyrorotor. Motorn för gyrots drift arbetar enligt asynkronprincipen och är så anordnad att motorrotorn samtidigt utgör gyrorotor. Rotorn har av denna anledning förlagts utanför statorn så att ett stort tröghetsmoment erhålles. Statorn innanför rotorn har en fyrpolig Y-kopplad trefaslindning på en laminerad kärna. Driftspänningen är 36 volt och frekvensen 400 p/s. Eftersläpningen är ca 15 % och då synkrona varvtalet är 12 000 r/m, blir rotorns hastighet ca 10 200 r/m eller 170 r/s.

Rotorn har en laminerad kärna och är utefter ytan närmast statorn försedd med parallella kopparstavar. För att utåt avskärma magnetiska kraftlinjer från motorn består rotorn ytterst av ett sammanhängande järnhölje. Vidare är bottenplattan under motorn av järn.

Den fasta delen närmast utanför rotorn utgöres av en aluminiumkåpa, som liksom även själva gyrohuset bildar en virvelströmskärm för det flöde som läcker genom rotorhöljet.

Rotorns axel är lagrad inne i statorn.

Z-generator (kompassgenerator). Z-generatorn har sin plats överst i gyrohuset. Dess rotor, som sitter på samma axel som gyrorotorn, består av en kring axeln liggande järnkärna med en radiellt utskjutande vinge av järnplåt i vardera änden. De båda vingarna är riktade åt rakt motsatta håll. För jämviktens skull har vardera vingen en motvikt av mässingsplåt.

Statorn består av en spole som ligger omkring rotorkärnan mellan vingarna.

Eftersom rotationshastigheten är ca 170 r/s får den i spolen inducerade spänningen en frekvens på ca 170 p/s.

Ledningen som förbinder spolen med anslutningskontakten på stativet är skärmad.

Trefasgenerator. Nederst i gyrohuset under motorns bottenplatta är trefasgeneratorn placerad. Rotorn på denna består av en permanentmagnet, som är fäst på samma axel som gyrorotorn. Statorn, som ligger utanför rotorn, utgörs av en tvåpolig D-kopplad trefaslindning på en laminerad kärna.

Som skärm för magnetiskt läckflöde tjänstgör järnplattan ovanför generatoren jämte en med denna platta sammanhängande fläns runt omkring generatoren. Läckflödet skärmas dessutom av en järnkåpa under generatoren.

Frekvensen på den i statorlindningen inducerade spänningen blir ca 170 p/s.

Fläkt. Fläkten sitter mellan gyromotorn och Z-generatorn. Den rörliga delen består av två på gyroaxeln fästa skovelhjul med vardera fyra raka radiella skovlar. Mellan skovelhjulen sitter fyra ledskovlar som är fast förbundna med gyrohuset.

När skovelhjulen roterar kastas luften framför skovlarna på det undre hjulet av centrifugalkraften utåt tills den når gyrohusväggen, där den tvingas gå uppåt och in mellan de fasta ledskovlarna. Då luften passerat dessa tvingas den av fläktcentrum att böja av uppåt så att den kommer in i det övre skovelhjulet. Av detta slungas luften ännu en gång utåt, varefter den lämnar fläkten. Fläkten är byggd i två steg för att den skall kunna åstadkomma större tryck än vad som kan uppnås med endast ett skovelhjul.

Stabiliseringsklaffar. Stabiliseringsklaffarna är fyra till antalet monterade parvis på så sätt att två sitter emot varandra på en gemensam genom gyrohuset gående axel som är parallell med flygplanets längdaxel, medan de båda övriga sitter på liknande sätt på en axel parallell med flygplanets tvärsaxel. Då gyrohuset lutar en viss vinkel i sidled i förhållande till flygplanets skenbara lodlinje svänger det förstnämnda klappparet samma vinkel i förhållande till gyrohuset varvid den fria öppningen på den ena sidan ökar medan den på motsatta sidan minskar. På motsvarande sätt reagerar det andra klappparet när gyrohuset lutar i längdled.

Då gyroaxeln är parallell med den skenbara lodlinjen befinner sig klaffarna i sådant läge att samtliga fyra öppningarna är delvis och lika mycket fria.

Tryckregulator. Tryckregulatorn består av en ventiltallrik som på grund av trycket från en spiralfjäder strävar att täcka för ett hål i mitten på gyrohusets tak. Spiralfjäders är så avpassad att ventiltallriken sluter till när luften innanför har för stabiliseringen lämpligt tryck. Blir trycket för stort öppnar ventilen och utjämnar.

Kompensator. För att man skall kunna motverka störfältet på grund av den remanenta magnetism som trots avmagnetisering alltid finns i någon mån i gyroenhetens stål- och järndelar har en kompensator placerats ovanpå gyrohusets tak. Den består av två mässingsringar som ligger ovanpå varandra och symmetriskt kring tryckregulatorn. I vardera ringen finns på utsidan två radiellt riktade hål diametralt mitt emot varandra, i vilka små magnetstavar är instuckna med motsatta poler vända mot centrum. Ringarna kan vridas individuellt kring centrum eller låsas i förhållande till varandra. Vidare kan de låsas i förhållande till gyrohuset. Genom att ställa in ringarna i lämpliga lägen kan man erhålla ett kompenseringsfält av sådan styrka och riktning att störfältet uppvägs.

Om de båda ringarna ställs in så att bådas fält sammanfaller erhålls maximal fältstyrka. Om ringarna sedan vrids i förhållande till varandra så att det bildas en vinkel mellan respektive fält, minskas det resulterande fältets styrka. Ju större vinkeln görs,

desto mera avtar det resulterande fältet tills detta blir lika med noll vid vinkeln 180° .

Hur fältet varierar med ringarnas vridning framgår av bild 28. Varje rings fält antas vara lika med Φ . Om vinkeln mellan fälten, vilken vi kallar α , är lika med noll blir alltså det resulterande fältet lika med 2Φ . Om α ges ett värde mellan 0 och 180° blir tydligen resulterande fältet lika med $2\Phi \cos \frac{\alpha}{2}$.

Då man vill ändra det resulterande fältets riktning utan att ändra dess styrka vrider man båda ringarna samtidigt medan de hålls låsta i förhållande till varandra.

Låsningen av ringarna sker med skruvar.

Horisontgivare

Givare för sidlutning. Givarna för sidlutning är två och sitter mitt emot varandra vid kardanringens upphängningspunkter (bild 27). Varje givare utgörs av en rotor inne i en stator.

Rotorn som är fast förbunden med kardanringen består av en kärna med två seriekopplade lindningshärvor (bild 29). Rotorerna är sinsemellan seriekopplade på sådant sätt att de kompasstörande fält som de åstadkommer har varandra motverkande riktningar. För filtrering av växelströmmen, med vilken rotorerna matas, finns i gyroenheten ett filter bestående av ett i serie inkopplat motstånd på 500Ω och en parallellt inkopplad kondensator på $0,5 \mu\text{F}$.

Statorn som är fäst på stativet har en kärna med två lindningar, en horisontell och en vertikal (bild 30). Varje lindning består i sin tur av två seriekopplade härvor. Den horisontella lindningen i ena statorn är seriekopplad med motsvarande lindning i den andra. På samma sätt är de båda vertikallindningarna hopkopplade.

Givare för längdlutning. Givarna för längdlutning är också två och sitter mitt emot varandra vid gyrohusets upphängningspunkter (bild 27). Varje givare har en rotor fast förbunden med gyrohuset samt en utvändigt stator på kardanringen.

Rotorn är likadan som sidlutningsgivarens. Rotorn i den ena längdlutningsgivaren är seriekopplad med rotorn i den andra på samma sätt som vid sidlutningsgivarna.

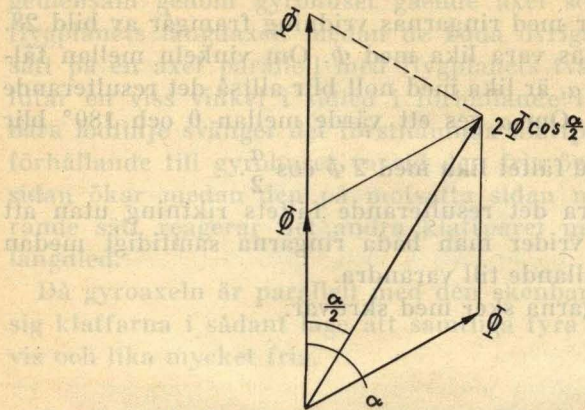


Bild 28. Diagram för kompenseringsfältet

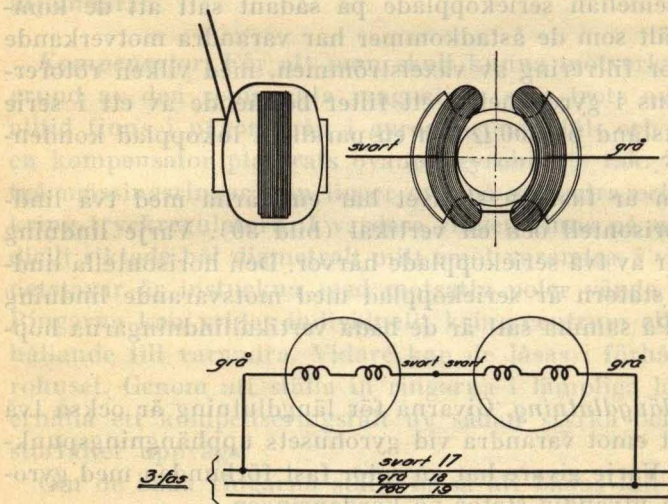


Bild 29. Kopplingschema för horisontgivar. Rotor

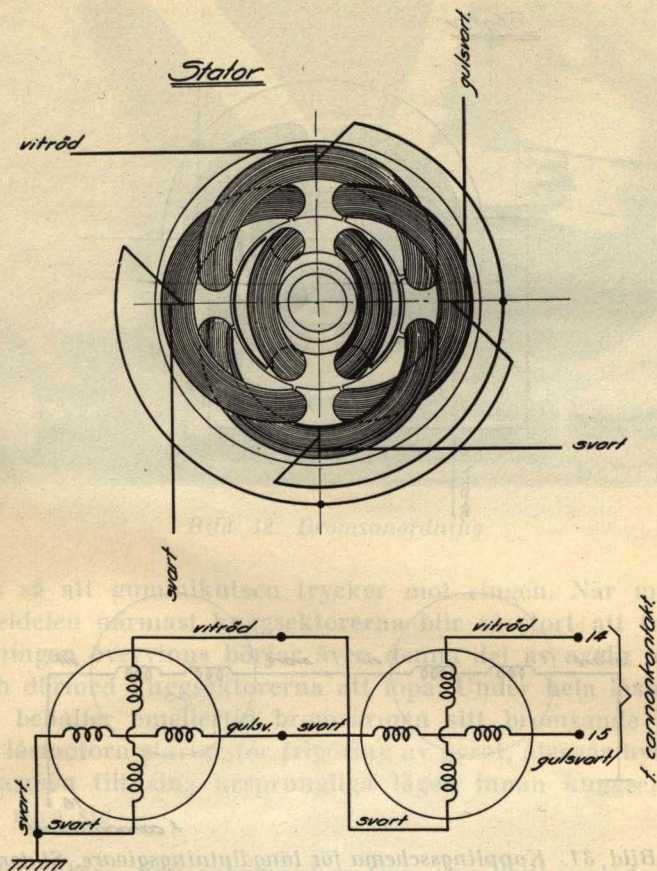


Bild 30. Kopplingschema för sidlutningsgivare. Stator

Statorn består av en kärna med en lindning vars plan är vertikalt (bild 31). Lindningen utgörs av två seriekopplade härvor. Lindningen i den ena statorn är seriekopplad med lindningen i den andra.

Detaljer i låsningssystemet

Låsmekanism (bild 24). Anslutningen för den böjliga axeln från låsmotorn sitter på stativets framsida. Därifrån går en axel längs stativets kant fram till de båda kuggsektorerna. Dessa drivs medelst kugghjul så att de går åt olika håll.

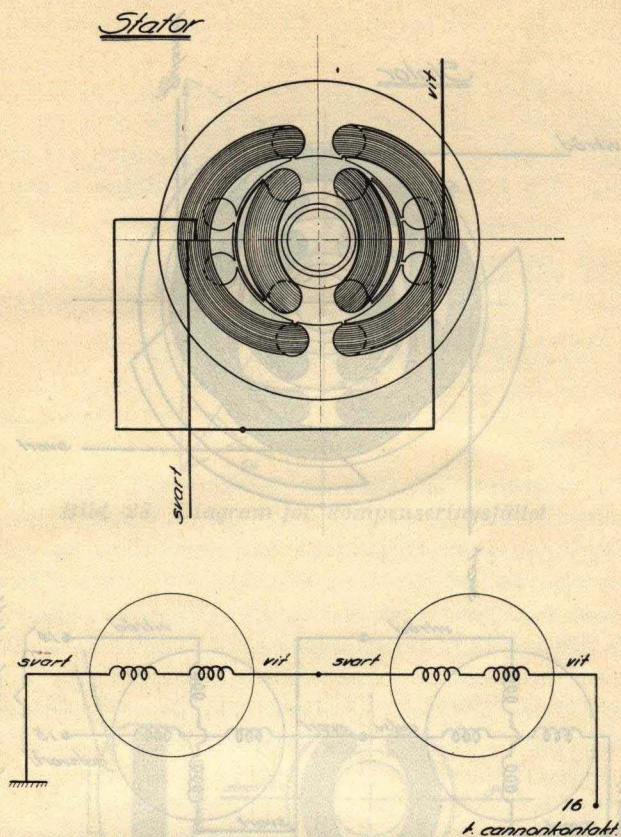


Bild 31. Kopplingsschema för längdlningsgivare. Stator

Bromsanordning (bild 24 och 32). Gyrot har en bromsanordning som vid låsning träder i funktion och motverkar de svängningar som lätt uppstår vid låsning av ett igång varande gyro.

Bromsanordningen består i huvudsak av en bromsarm med gummikuts och en ring som sitter på kardanringen parallellt med den ring i vilken kuggsektorerna löper. När ett låsningsförlopp påbörjas och den axel till vilken den böjliga axeln är ansluten börjar vrida sig, följer den närmast kuggsektorerna liggande axeldelen, vilken bromsas av en särskild friktionsanordning, inte omedelbart med i rörelsen. Först förskjuts nämligen en med spiralspår försedd hylsa ett stycke på axeln, varvid bromsarmen på-

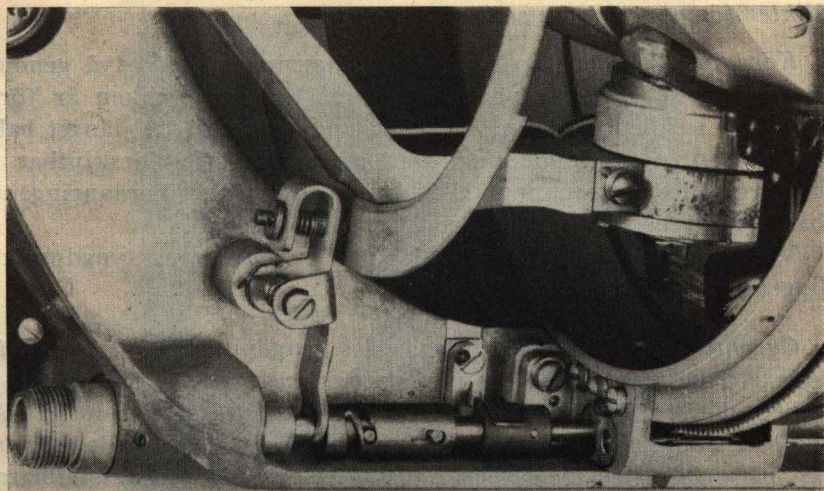


Bild 32. Bromsanordning

verkas så att gummikutsen trycker mot ringen. När momentet på axeldelen närmast kuggsektorerna blir så stort att friktionsanordningen övervinns börjar även denna del av axeln att vrida sig och därmed kuggsektorerna att löpa. Under hela låsningsförloppet behåller emellertid bromsarmen sitt bromsande läge.

När låsmotorn startar för frigöring av gyrot, återgår hylsan och bromsarmen till sina ursprungliga lägen innan kuggsektorerna börjar röra sig.

Låskontakter. Gyroenheten har fyra parallellkopplade låskontakter, två för sidlutning och två för längdlutning. Kontakterna för sidlutning är monterade intill varandra på stativet. Den ena är vänd uppåt och påverkas av en kuts på bromsringens övre hälft medan den andra är vänd nedåt och påverkas av en kuts på bromsringens nedre hälft.

Kontakterna för längdlutning sitter på kardanringen på samma sida som gyrohusets låsarm (bild 24). Den ena sitter på kardanringens främre hälft och den andra på dess bakre. Båda påverkas av en kuts överst på hållaren för gyrohusets låsarm.

Vikter för gyrots balansering

Kardanringens balansering. På kardanringen finns två genom skruvning ställbara balanseringsvikter. Den ena, vilken är förskjutbar i sidled, sitter på en tvärgående gängad axel längst bak på kardanringens undersida. Den andra, som är förskjutbar i höjddled, sitter på en uppåtriktad gängad axel på kardanringens bakre hälft på motsatt sida mot låskontakterna.

Vikterna skall vara så ställda att kardanringens tyngdpunkt ligger i vridningscentrum.

Gyrohusets balansering. Gyrohusets tyngdpunkt skall ligga på lodaxeln något under husets vridningscentrum. Balanseringen i sidled sker med en blyvikt som är fäst direkt på gyrohuset på motsatt sida mot låsarmen. För balanseringen i längdled finns det på gyrohusets fram- och baksida genom skruvning ställbara vikter. Tyngdpunktens injustering i höjddled sker med två vikter på skruvar på gyrohusets undersida.

INSTRUMENTCENTRAL

(Bild 33 och 34)

- Huvuddelar: a. Kompass
 b. Kursvisare
 c. Horisontinstrument
 d. Tryckknappar till läsningssystemet

Kompass (Bild 35 och 36)

Syngonelement. Syngonelementets stator har en laminerad kärna med en Y-kopplad tvåpolig trefaslinndning. För att fältet skall få lagom avpassad styrka har ett motstånd lagts i serie med varje fas (R 11 på bild 37).

Rotorn, på vars axel kompassvisaren är fäst, har en tvåpolig enfaslinndning på laminerad kärna. Spänningen från förstärkaren överförs till rotorn genom två silvertrådsborstar som ligger an mot släpringar på rotoraxeln. För att avpassa instrumentets känslighet har ett motstånd kopplats parallellt över rotorn (R 10 a på bild 37) (gäller fr o m instrumentcentral nr 201).

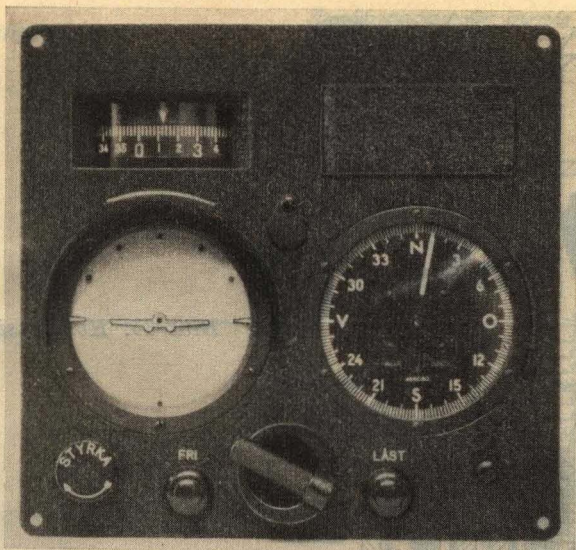


Bild 33. Instrumentcentral

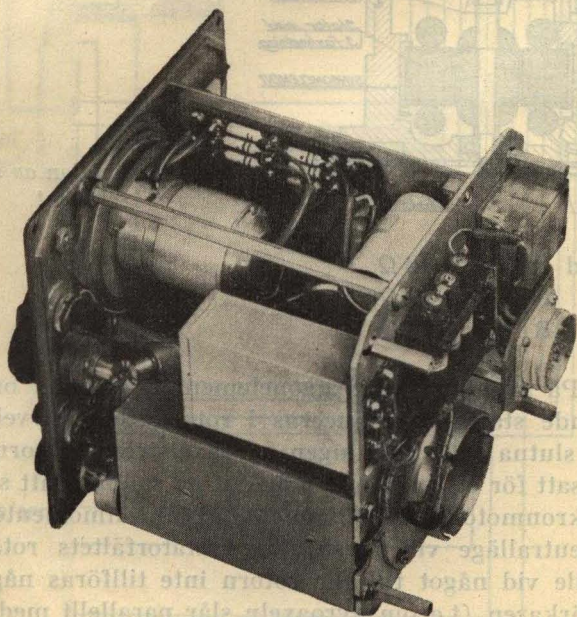


Bild 34. Instrumentcentral med avlagen kåpa

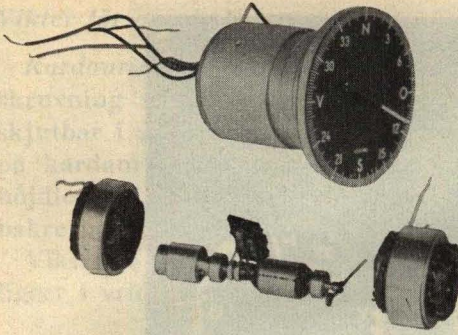
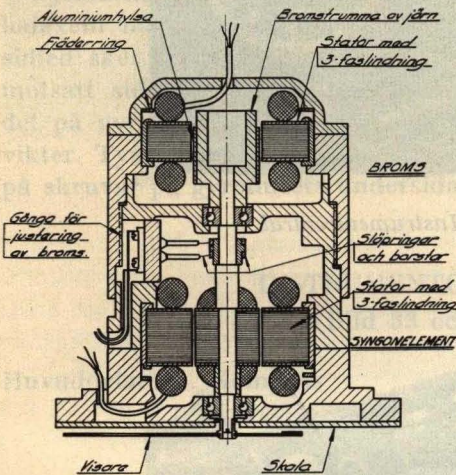


Bild 35. Kompassinstrument

Bild 36. Sektion av syn-
element

Motstånd R 11:	10 Ω
» R 10:	10 Ω
» R 10 a:	700 Ω

Broms. På grund av att syn-gonelementets rotor är omgiven av ett roterande statorfält induceras i rotorkärnan virvelströmmar och i den slutna rotorlindningen en växelström. Rotorn blir härigenom utsatt för ett vridande moment på samma sätt som rotorn i en asynkronmotor. Detta moment, asynkronmomentet, gör att rotorns neutralläge vill förskjutas i statorfältets rotationsriktning. Skulle vid något tillfälle rotorn inte tillföras någon ström från förstärkaren (t e om gyroaxeln slår parallellt med jordmag-

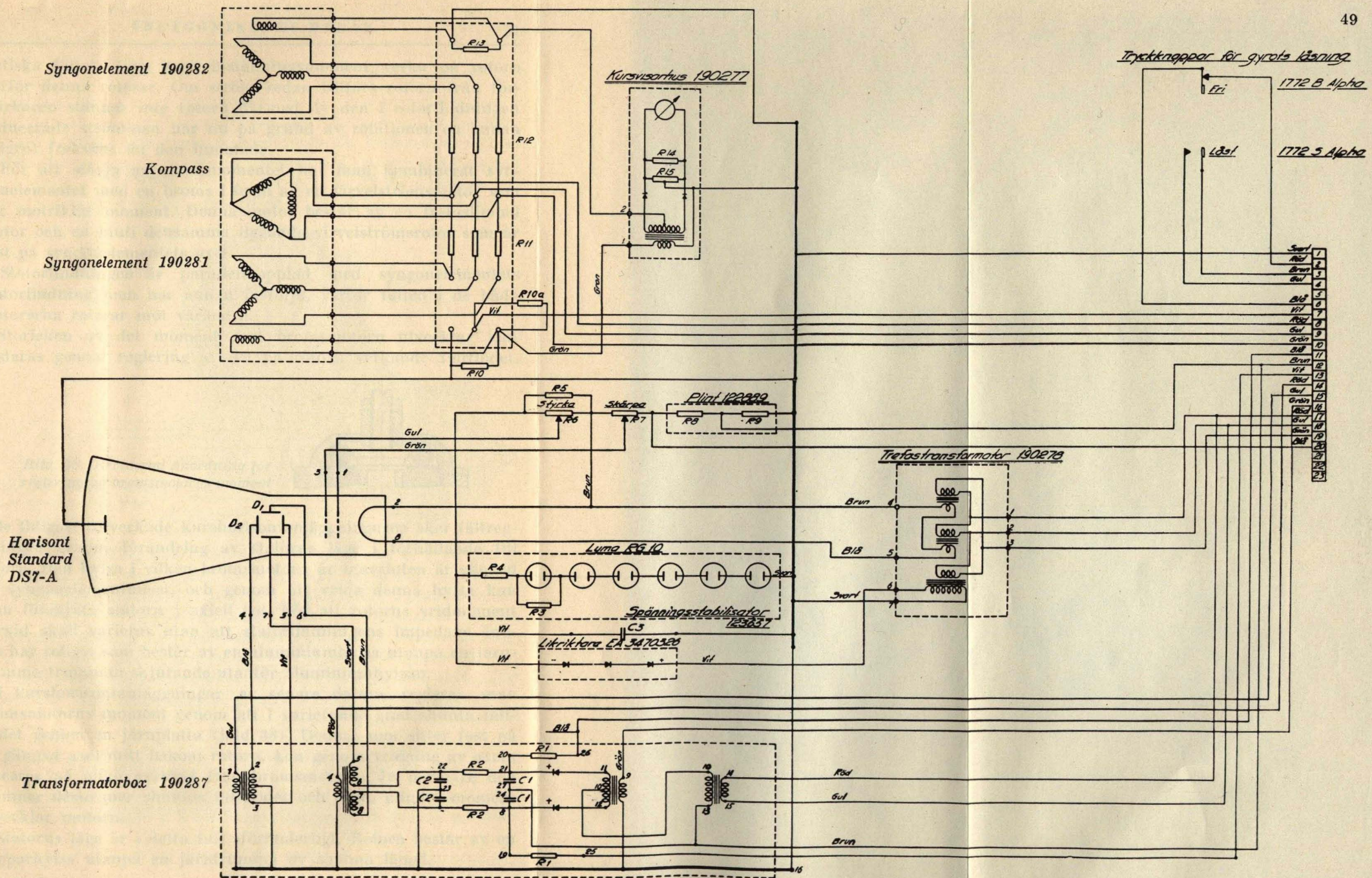


Bild 37. Kopplingsschema för instrumentcentral

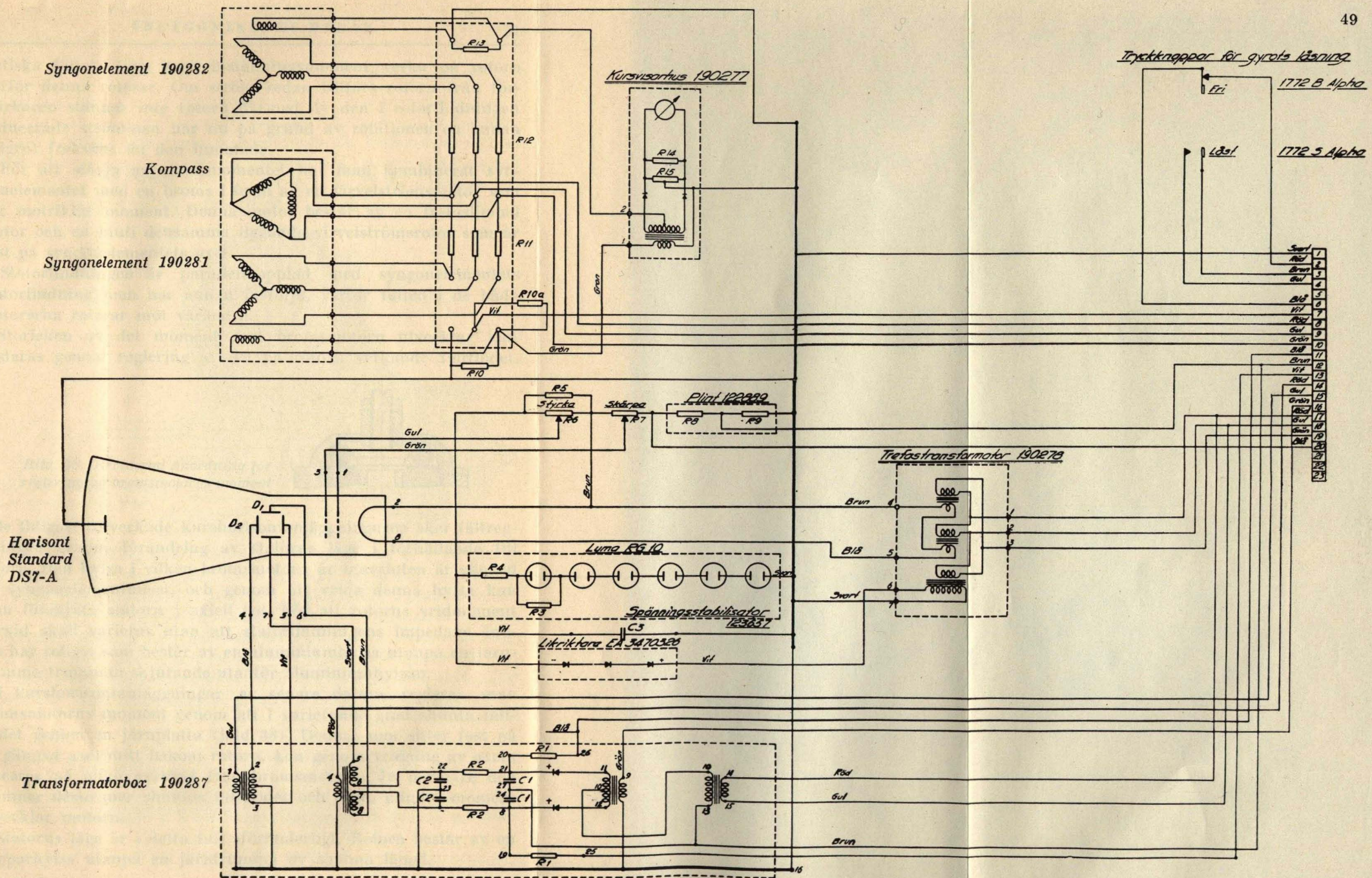


Bild 37. Kopplingsschema för instrumentcentral

netiska fältet) kan inget inställningsmoment verka på rotorn varför denna roterar. Om ström sedan tillförs rotorn från förstärkaren stannar inte rotorn därmed, ty den i rotorlindningen inducerade strömmen har nu på grund av rotationen en annan (lägre) frekvens än den inmatade.

För att stävja asynkronmomentet har man kombinerat syngonelementet med en broms i form av en virvelströmsmotor som ger motriktat moment. Denna motor består av en trefaslindad stator och en inuti densamma liggande virvelströmsrotor som är fäst på syngonelementets axel.

Statorlindningen är parallellkopplad med syngonelementets statorlindning men har annan fasföljd, varför fälten i de båda statorerna roterar mot varandra.

Storleken av det moment som bromsmotorn utvecklar kan justeras genom reglering av det på rotorn verkande fältflödet.

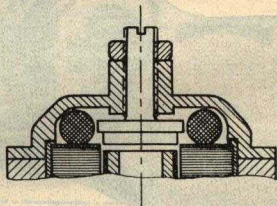


Bild 38. Reviderad anordning för reglering av bromsmotorns moment

I de tidigast tillverkade kurshorisontanläggningarna sker fältregleringen genom förändring av statorns läge i förhållande till rotorn. Den hylsa i vilken bromsmotorn är innesluten är gängad på syngonelementhuset, och genom att vrida denna hylsa kan man förskjuta statorn i axiell led. För att rotorns vridmoment därvid skall varieras utan att statorlindningens impedans ändras har rotorn som består av en aluminiumhylsa utanpå en järntrumma trumman skjutande utanför aluminiumhylsan.

I kurshorisontanläggningar av senare datum reglerar man bromsmotorns moment genom att i varierande grad shunta fältflödet genom en järnplatta (bild 38). Denna, som sitter fast på en gängad axel mitt bakom rotorn, kan genom vridning av axeln placeras på olika avstånd från bromsmotorn. Ju närmare den kommer desto mer shuntas fältflödet och desto mindre moment utvecklar motorn.

Statorns läge är i detta fall oföränderligt. Rotorn består av en kopparshylsa utanpå en järntrumma av samma längd.

Kursvisare (bild 39)

Syngonelement och inställningsanordning. Statorn har en laminerad kärna och en tvåpolig Y-kopplad trefaslindning. Lindningen är kopplad parallellt med motsvarande lindning i kompassyngonelementet. Även i detta fall ligger i serie med varje fas ett motstånd (R 12 på bild 37).

Rotorn har en tvåpolig enfaslindning på en laminerad kärna.

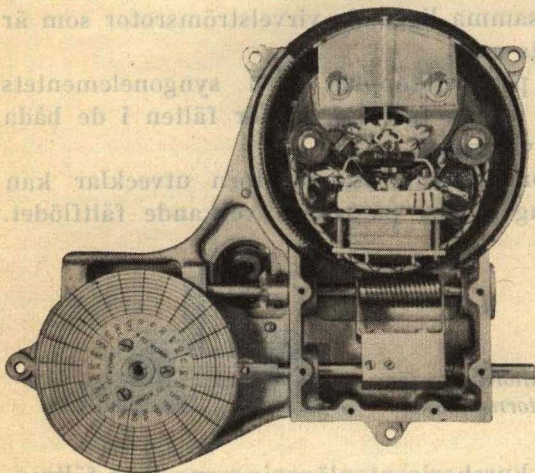


Bild 39. Kursvisarinstrument med korrektionsanordning

Parallellt över rotorn är ett motstånd (R 13 på bild 37) inkopplat för att moderera känsligheten. Spänningen som induceras i rotorlindningen tas ut med borstar av silvertråd som ligger an mot silversläpningar på rotoraxeln.

Inställningen av rotorn sker med en vev på instrumentcentralens framsida. Då rotorn vrids runt med veven vrider sig samtidigt och med samma hastighet kursvisarens cirkulära skala på vilken den fasta triangeln ovanför utpekar den kurs vid vilken instrumentet inte gör utslag.

Motstånd R 12: 50 Ω

» R 13: 50 Ω

Bryggkoppling med visarinstrument. Transformatorns primärlindning är kopplad i serie med rotorn i kompassens syngonelement.

Likriktarna är av plattyp och tål 5 mA.

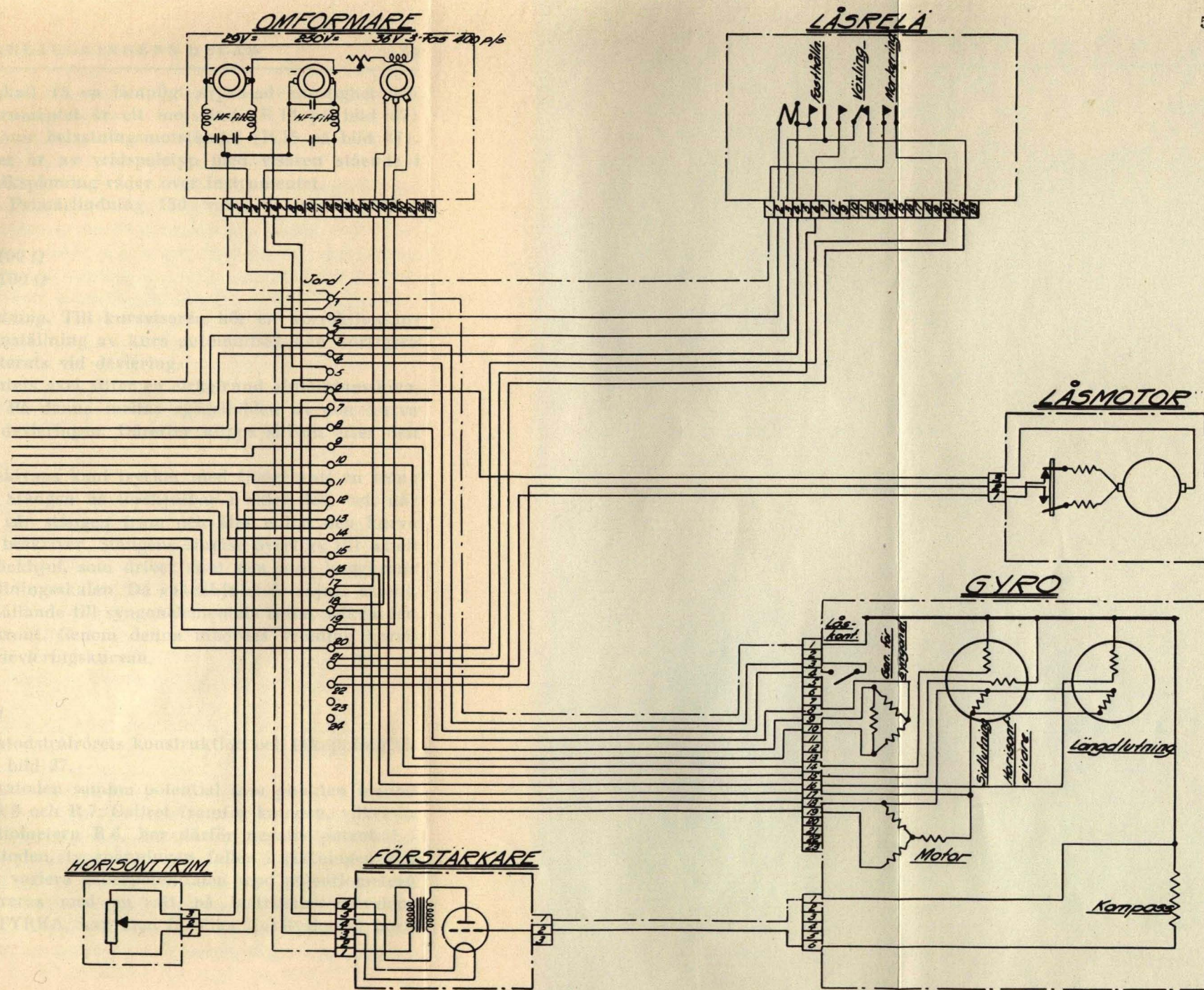


Bild 40. Schema över kurshorizontanläggning utom instrumentcentral (jfr bild 37)

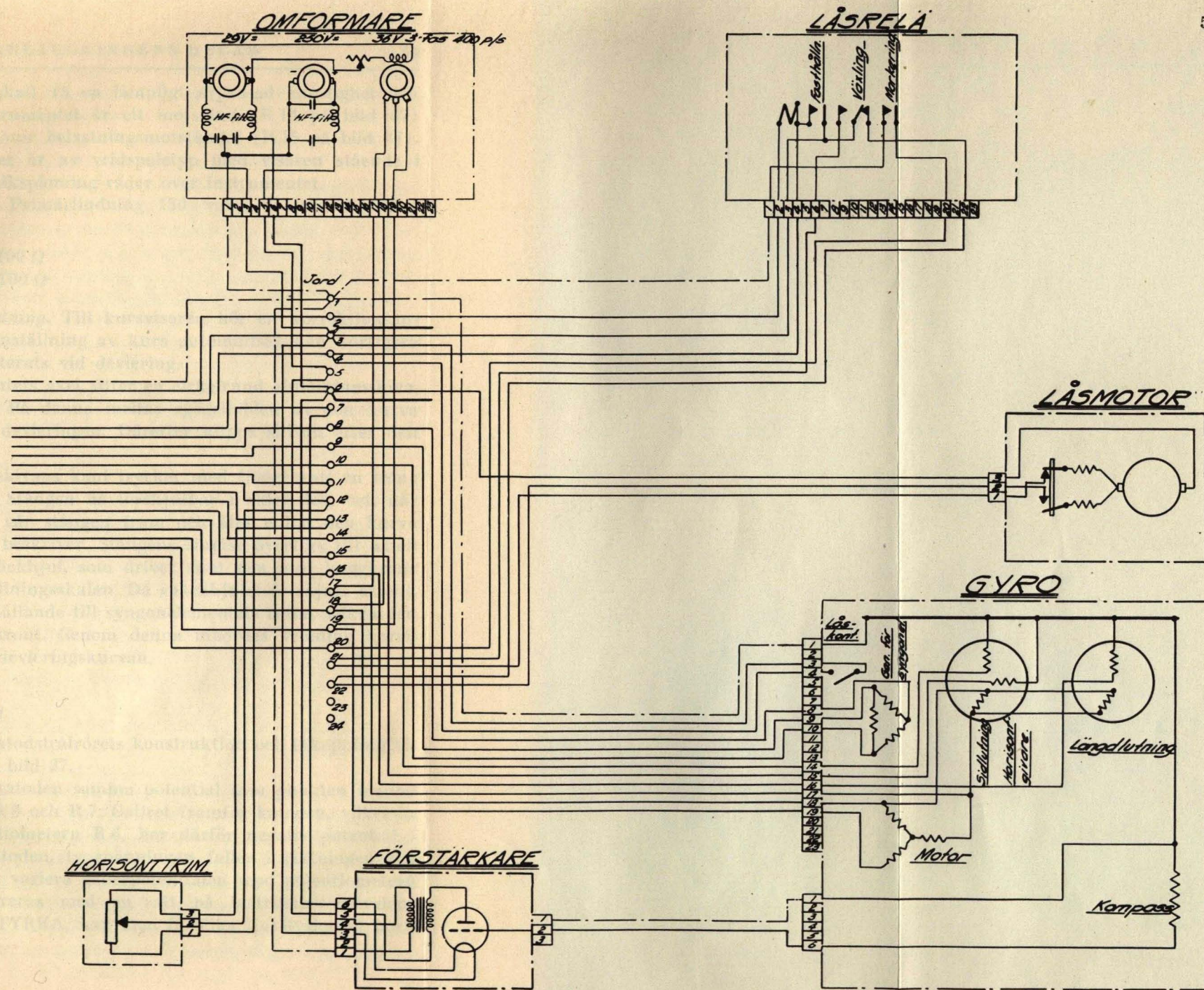


Bild 40. Schema över kurshorizontanläggning utom instrumentcentral (jfr bild 37)

För att man skall få en lämpligt avpassad känslighet och dämpning på instrumentet är ett motstånd (R 14 på bild 37) kopplat parallellt över belastningsmotståndet (R 15 på bild 37).

Visarinstrumentet är av vridspoletyp med visaren stående i mittläge då ingen likspänning råder över instrumentet.

Transformator: Primärlindning 150 varv, sekundärlindning 500 varv.

Motstånd R 14: 100 Ω

» R 15: 100 Ω

Korrektionsanordning. Till kursvisaren hör en korrektionsanordning som vid inställning av kurs automatiskt kan korrigera de fel som konstaterats vid deviering.

På syngonelementets axel sitter en cirkelrund aluminiumskiva, korrektionsskivan. På denna inritas spegelbilden av den kurva som erhållits vid devieringen. Därefter klipps skivan efter den inritade linjen.

Mot korrektionsskivans kant trycker med fjäderkraft en stång i radiell riktning. Stången är förskjutbar i axiell led, och när skivan vrids runt går stången fram och åter enligt den kurva som skivans kant beskriver. Stångens rörelse överförs till axiell rörelse hos det snäckhjul, som driver runt den med kuggkrans försedda kursinställningsskalan. Då snäckhjulet förskjuts axiellt, vrids skalan i förhållande till syngonelementets rotor, vilken den annars följer synkront. Genom denna inbördes vridning korrigeras felen enligt devieringskurvan.

Horisontinstrument

Katodstrålrör. Katodstrålrörets konstruktion och inkoppling visas schematiskt på bild 37.

Som synes har katoden samma potential som punkten mellan potentiometrarna R 6 och R 7. Gallret framför katoden, vilket är anslutet till potentiometern R 6, har därför negativ potential i förhållande till katoden, ty spänningen faller i riktningen R 9 till R 6. Genom att variera gallerpotentialen med potentiometern R 6, vilken manövreras med en ratt på instrumentcentralens framsida, märkt STYRKA, kan man få olika ljusstyrka på horisontstrecket.

Det finns två anoder av vilka den som befinner sig närmast katoden är ansluten till potentiometern R 7 och har lägre potential än den närmast skärmen. På grund av potentialskillnaden bildas mellan anoderna ett elektriskt fält som bryter samman katodstrålarna och alltså verkar fokuserande. Potentiometern R 7, med vilken horisontstreckets skärpa kan regleras, är åtkomlig utifrån genom ett hål på instrumentcentralens framsida. Inställningen sker med en mejsel för vilken det finns ett spår på potentiometeraxeln.

Det är att märka att då man reglerar in skärpan gyrot måste vara frigjort eftersom horisontstrecket vid låst gyro skall vara brett, dvs oskarpt.

Omkring rörets cylindriska del är en klammeranordning fastsatt, som håller en liten stavmagnet i ett i förhållande till rör-cylinderns mantelyta tangentiellt läge. Klammeranordningen är placerad så att magnetens fält motverkar för katodstrålens centrerings störande fält.

Eftersom stark belysning, t e solsken, gör horisontstrecket svårt att se, finns det ovanför röret en utdragbar skuggningsskärm.

Rörtyyp: DS7-A (Standard Radiofabrik)

Rörets driftsdata: Vf: 4,0 V

If: 0,9 A

V_{a2}: 500—800 V

V_{a1}: 140—200 V

V_g: 0 till—20 V 0 till—30 V

Motstånd R 5: 50 k Ω

Potentiometer R 6: 100 k Ω

» R 7: 0,5 M Ω

Motstånd R 8: 0,5 M Ω

» R 9: 0,25 M Ω

Trefastransformator, likriktare och spänningsstabilisator (se bild 37). Till horisontinstrumentet hör en trefastransformator. Primärsidan på denna är i D-koppling ansluten till omformaren, medan sekundärsidan har två av faserna kopplade i serie till katodstrålrörets glödströmslindning och den tredje över likriktare ansluten till spänningsdelarsystemet för anoderna.

Likriktarna utgörs av tre staplar, vardera bestående av 25 förgyllda kopparoxidulplattor. Varje stapel tål drygt 200 volt och

maximal strömstyrka är 3 mA. Som glättningsdon används en kondensator (C 3 på bild 37).

För att få stabil anodspänning har man parallellt över spänningsdelarsystemet kopplat in en spänningsstabilisator i form av ett glimlampsbatteri. En glimlampa har sådan strömspänningskaraktäristik, att spänningen över lampan är mycket lite beroende av strömmen genom den. Varierande utspänning vid transformatorn resulterar därför endast i varierande spänningsfall i transformatorlindningen, ledningar och likriktare, medan spänningen över glimlamporna förblir tämligen konstant. Spänningsstabilisatorn innehåller sex glimlampor i serie jämte motstånd för lämplig modifiering av karakteristiken.

Transformator:

fas 1 Primärlindning 400 varv, sekundärlindning 60 varv

» 2 » 400 » , » 60 »

» 3 » 400 » , » 8 000 »

Glimlampor: Luma typ RG 10, max 1 mA

Motstånd R 3: 2 M Ω

» R 4: 10 k Ω

Kondensator C 3: 0,5 μ F, 1 500 V

Transformatorbox och horisontrim (se bild 37). De spänningar som induceras i horisontgivarna i gyrot uppgår till maximalt ca 30 volt, vilket är för litet för avlänknings i katodstrålröret, varför upptransformering till ca 3 å 4 gånger så stora värden är nödvändig. Transformatorerna är jämte erforderliga filter, likriktare och belastningsmotstånd placerade i en box i instrumentcentralen.

För att inte inverka störande på fokuseringen är samtliga avlänkningsspänningar genom mittpunktsjordning symmetriskt utbalanserade kring anodpotential (= jord).

Sidlutningsgivarnas horisontalavlänkningsspänning transformeras i transformator L 5 4 0 5 (längst till vänster i transformatorbox 1 9 0 2 8 7 på bild 37). Vertikalavlänkningsspänningen från samma givare går till transformator L 5 4 0 6 (andra från vänster på bild 37).

Spänningen från längdlutningsgivarna är inkopplad till bryggan med likriktarna över transformator L 5 4 0 2. Den i bryggan symmetriskt inmatade spänningen kommer från omformaren över transformator L 5 4 1 2 (längst till höger på bild 37).

Likriktarna utgörs av staplar om 16 plattor. Belastningsmotståndet består av de två symmetriskt liggande motstånden R 1 (bild 37) samt den i serie med dessa inkopplade horisonttrimmen (bild 40).

Horisonttrimmen är en separat i en box inmonterad potentiometer. Den skjutbara kontakten på denna utgör, när den är centralt inställd, belastningsmotståndets mittpunkt. Genom att ställa om potentiometern kan man alltså göra den ena inkopplingspunkten för den upptransformerade omformarspänningen osymmetriskt belägen och därmed inverka på potentialförhållandet mellan belastningsmotståndets ändpunkter. På så vis kan man medelst horisonttrimmen höja eller sänka horisontstreckets neutraläge, dvs dess läge vid planflykt.

Parallellt över belastningsmotståndets respektive halvor är kondensatorer (C 1 på bild 37) inkopplade för att filtrera likspänningen. Som filter tjänstgör även motstånden R 2 i kombination med kondensatorerna C 2.

För att den upptransformerade omformarspänningen inte skall inverka på avlänkningssystemets mittpunktspotential är belastningsmotståndets mittpunkt kopplad till en punkt mellan motstånden R 8 och R 9 (bild 37) i anodspänningsdelaren. Denna punkt har i förhållande till jord negativ potential varför motbalansering härigenom erhålles.

Transformator

L 5405	Primärlindning	800 varv,	sekundärlindning	4 000 varv
L 5406	»	800 » ,	»	2 × 1 350 »
L 5402	»	800 » ,	»	2 × 1 800 »
L 5412	»	800 » ,	»	3 200 »

Motstånd R 1: 75 k Ω

» R 2: 100 k Ω

Horisonttrimmpotiometer: 25 k Ω

Kondensator C 1: 0,1 μ F, 1 500 V

C 2: 0,05 μ F, 1 500 V

Tryckknappar till låsningssystemet

På instrumentcentralens framsida sitter tryckknapparna för gyrots frigöring respektive låsning. Båda knapparna är fjäder-

belastade på sådant sätt att om de trycks in och sedan släpps, återgår de omedelbart till ointryckt läge.

Vid intryckning av frigöringsknappen, som är den vänstra, bryts en kontakt som vid knappens viloläge hålls slutet (bild 37). Vid låsningknappens intryckning däremot sluts en kontakt som annars är bruten (bild 37).

FÖRSTÄRKARE

(Bild 41 och 42)

Förstärkaren har två styrsteg och ett slutsteg med utgångstransformator och är motståndskopplad. Vidare har den negativ återkoppling över en potentiometer. Genom manövrering av po-

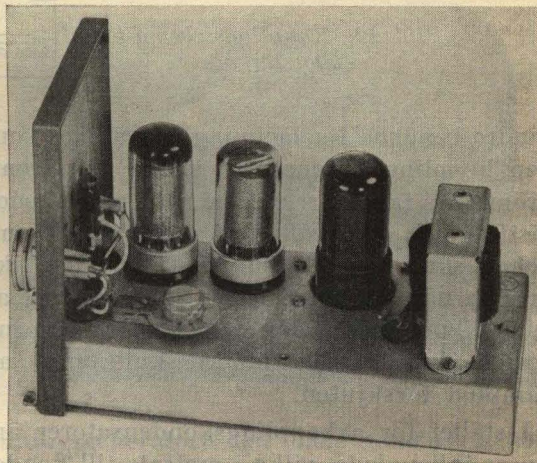


Bild 41. Förstärkare

tentiometern kan man reglera återkopplingsgraden och därmed förstärkningen.

Rören är pentoder av typen EF 22 i styrstegen och 6V6GT/G i slutsteget. Anodspänningen genereras i omformaren där den även filtreras med HF-filter. För varje styr rör finns det i förstärkaren ett RC-filter.

Emedan kurshorisontanläggningen är avsedd att kunna användas vid temperaturer upp till $+55^{\circ}\text{C}$ utgörs kopplingskondensatorerna av glimmerkondensatorer i keramiska bågare, vilka är

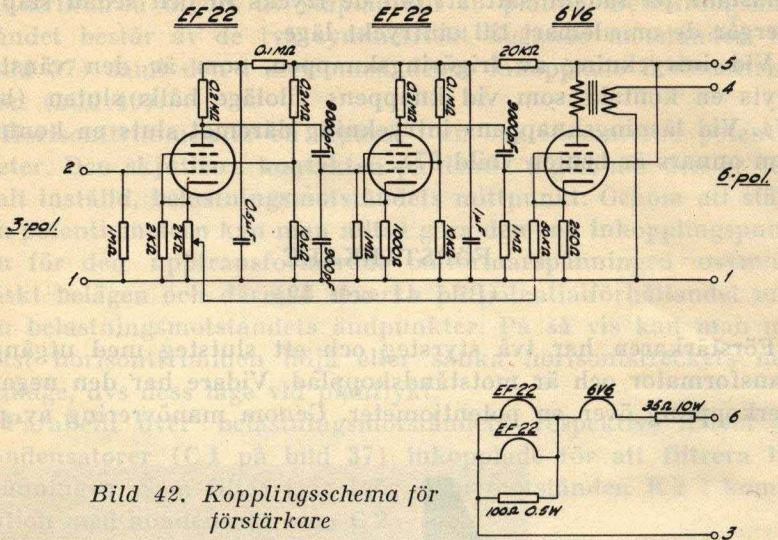


Bild 42. Kopplingsschema för förstärkare

mindre benägna för läckning än vanliga kondensatorer. Läckning i en kopplingskondensator skulle nämligen innebära att en likström flöt från föregående rörs anod genom kondensatorn och nästföljande rörs gallerläcka till jord. Kondensatorn och gallerläckan skulle då tillsammans utgöra en likspänningsledare mellan den nämnda anoden och jord, och det anslutna galleret skulle få en likpotential, vars storlek bleve beroende av läckströmmens storlek. Rörets arbetspunkt skulle med andra ord kunna bli olämpligt förskjutet.

I stället för avkopplingskondensatorer är på två ställen resistanser inkopplade, vilka i motsats till kondensatorer är frekvensoberoende.

Rörens glödströmmar är avpassade medelst parallell- och seriemotstånd.

Anodmotstånd: $0,2\text{ M}\Omega$ i båda styrstegen

Gallerläcka: $1\text{ M}\Omega$ i samtliga steg

Neg. återkoppling: $2\text{ k}\Omega$, $2\text{ k}\Omega$, $1\text{ k}\Omega$, $50\text{ k}\Omega$, $250\text{ }\Omega$

Anodspänningsfilter: $0,1\text{ M}\Omega$, $0,5\text{ }\mu\text{F}$ och $20\text{ k}\Omega$, $1\text{ }\mu\text{F}$

Resistans i stället för avkopplingskondensatorer: $10\text{ k}\Omega$ i båda styrstegen.

Utgångstransformator: Primärlindning 3000 varv, sekundärlindning 5000 varv.

Seriemotstånd för glödströmmen: 35 Ω .

Parallellmotstånd för glödströmmen: 100 Ω .

OMFORMARE

(Bild 43 och 44)

Omformaren utgörs av en motorgenerator som förvandlar 29 volt likspänning till dels 250 volt likspänning och dels 36 volt trefas växelspänning. Den genererade likspänningen är avsedd för anoderna i förstärkaren och växelspänningen för gyromotorn och horisontinstrumentet i instrumentcentralen.

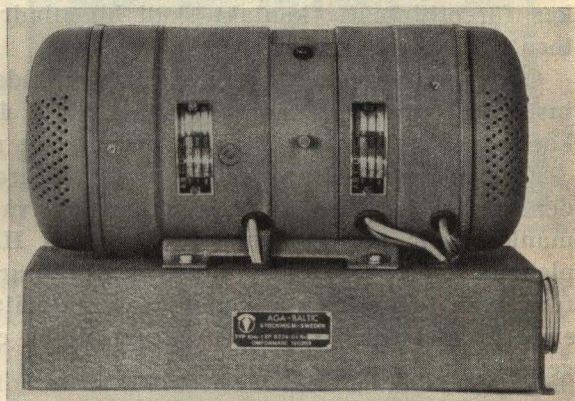


Bild 43. Omformare

Motorn och likspänningsgeneratoren har både gemensam rotor och gemensam stator. Rotorn har en motorlindning och en generatorlindning, vilka båda ligger i samma spår. Statorn är försedd med en för såväl motor som generator gemensam kompondlindning. Motorkommutatorn och generatorkommutatorn sitter på ömse sidor om rotorn.

På samma axel som likströmsrotorn sitter växelströmsgeneratorns rotor som är åttapolig och magnetiseras med likström som tillförs från flygplansnätet över två släpringar. Omkring rotorn ligger statorn som uppbar ankarlindningen, vilken är trefasig och tvåpolig.

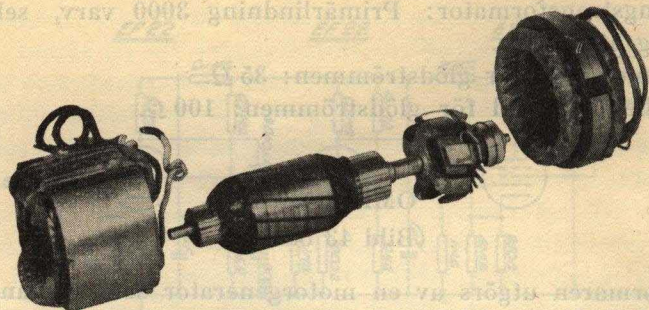


Bild 44. Statorer och rotorer i omformaren

Omformarens axel bärs upp av tre lager: ett vid var axelända och ett mellan rotorerna. Samtliga borstar är dubbla för att risken för otillräcklig kontakt skall bli mindre. På växelströmsrotern finns en kylfläkt.

Omformarens underrede utgörs av en låda, som innehåller ett inställbart motstånd samt filterdon (bild 40). Med motståndet kan växelströmsgeneratorns magnetisering regleras.

Filterdonen består av sammanlagt tre drosslar och fyra kondensatorer. Av dessa är två drosslar och två kondensatorer sammankopplade till ett symmetriskt jordat HF-filter mellan flygplansnätet och motorgeneratoren, där det har till uppgift att filtrera bort högfrekventa komponenter i nätspänningen. Återstående drossel och två kondensatorer utgör ett HF-filter för den genererade anodlikspänningen.

Motstånd för magnetiseringsreglering: 150 Ω

Nätspänningsfilter: 0,5 μF

Anodspänningsfilter: 0,1 μF

Driftdata:

Nät		Anodsp		Växelsp	
A	V	mA	V	A	V
3,4	29	0	255	0	75
6,0	29	80	250	0,25	65
9,5	29	120	230	1,25	45

Brumspänning: ca 10 V

LÅSMOTOR (Bild 45)

Låsmotorn är en seriekopplad likströmsmotor som drivs med ström från flygplansnätet. Det finns två fältlindningar, en för varje rotationsriktning.

Motoraxeln är kopplad till en snäckväxel vars utgående axel driver den böjliga axeln som går till gyroenheten.

Kopplingen mellan motorn och snäckväxeln består av två mitt för varandra stående skivor, av vilka den ena är fäst på motor-

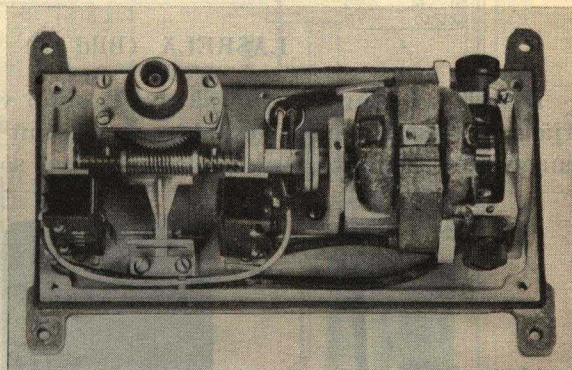


Bild 45. Låsmotor

axeln och har en vevtapp som överför momentet till den andra som är fäst på snäckväxeln ingående axel. Vevtappen på den drivande skivan ligger i en slits i den drivna skivan. Denna slits utgör en med axeln koncentrisk halvcirkel med samma radie som vevtappens omloppsbanan. När låsmotorn startar går den därför alltid ett halvt varv utan belastning, dvs lika långt som vevtappen kan löpa i slitsen.

På snäckväxeln ingående axel sitter snäckan som är förskjutbar i axiell led. Sådan förskjutning motverkas av spiralfjädrar på ömse sidor om snäckan. Ett snäckhjul på den utgående axeln är inkuggat med snäckan, och när snäckhjulet drivs runt, som det sker vid låsning eller frigöring av gyrot, befinner sig snäckan mitt för snäckhjulet. Då emellertid ett låsnings- eller frigöringsförlopp fullbordats och snäckhjulets rotation hindras genom att kuggsektorerna i gyroenheten nått ändlägen, förskjuter sig snäckan axiellt på grund av fortsatt rotation. En med snäck-

kan förbunden arm följer med i denna förskjutning tills en ställskruv på armen tryckt in en fjäder på den ena ultrabrytaren, varvid strömmen till motorn bryts. Vid rotation åt andra hållet sker strömbrytningen i den andra ultrabrytaren och av en annan ställskruv på den nämnda armen.

För att den böjliga axeln inte skall utsättas för alltför stort vridande moment på grund av motorns rörelseenergi omedelbart efter att strömmen brutits, finns det en slirkoppling i snäckhjulet. Denna koppling gör dessutom att låsningförloppet blir mjukare.

LÅSRELÄ (Bild 46)

Låsreläet består i huvudsak av ett antal vertikalt ställda bladfjädrar försedda med kontaktspetsar samt en vertikal elektromagnet med ankare. Ankaret är utformat som en tvåarmad häv-

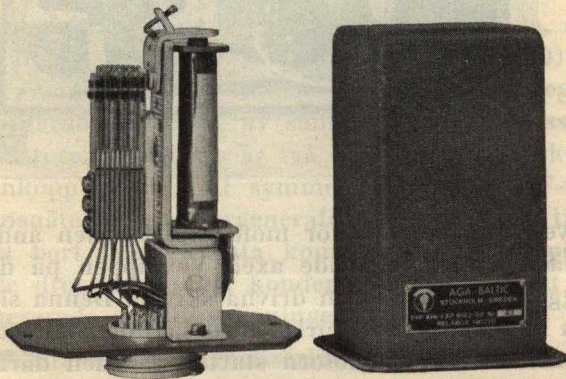


Bild 46. Låsrelä

stång, vars ena arm befinner sig mitt för magneten medan dess andra arm ligger an mot en stång för bladfjädrarnas styrning. Då elektromagnetens lindning inte är strömförande, hålls ankaret ifrån magneten av en spiralfjäder, och bladfjädrarna som utgör ledare till kontaktstiften står i sådana lägen att det inbördes kontaktförhållandet motsvarar frigjort gyro.

När ström tillförs elektromagnetens attraheras ankaret och bladfjädergruppen påverkas av styrstången så att fjäderställningen förändras. Kontaktförhållandet blir då sådant att det motsvarar låst gyro.

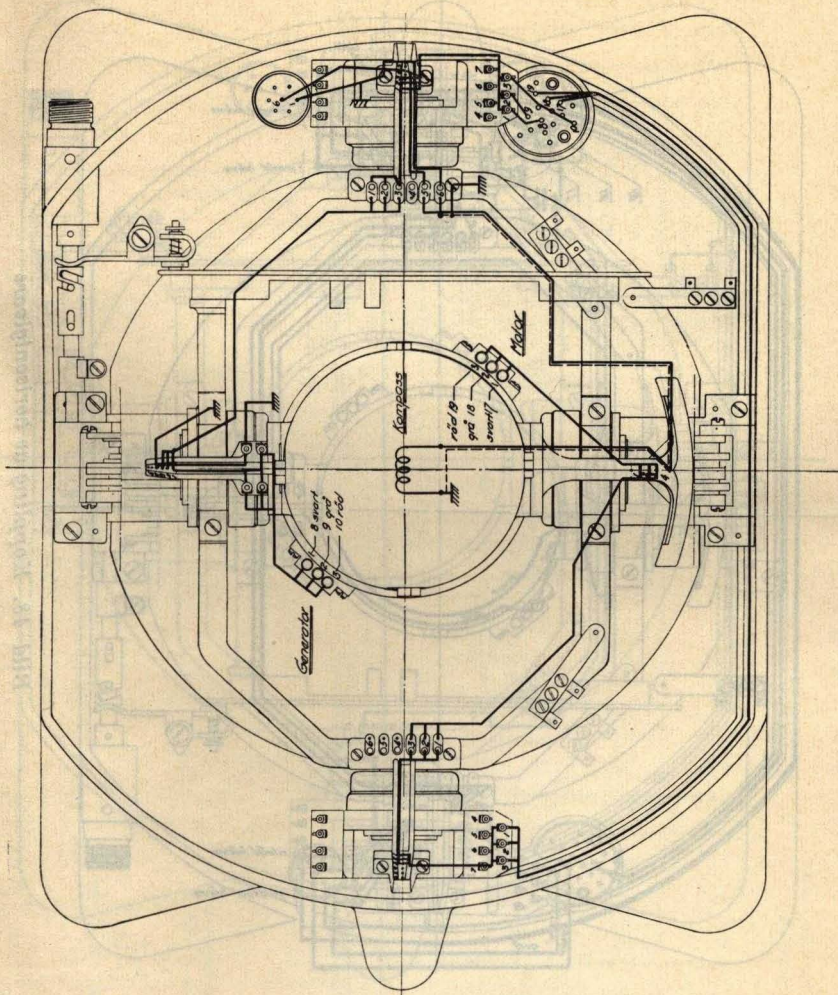


Bild 47. Koppling av motor, generator och kompass

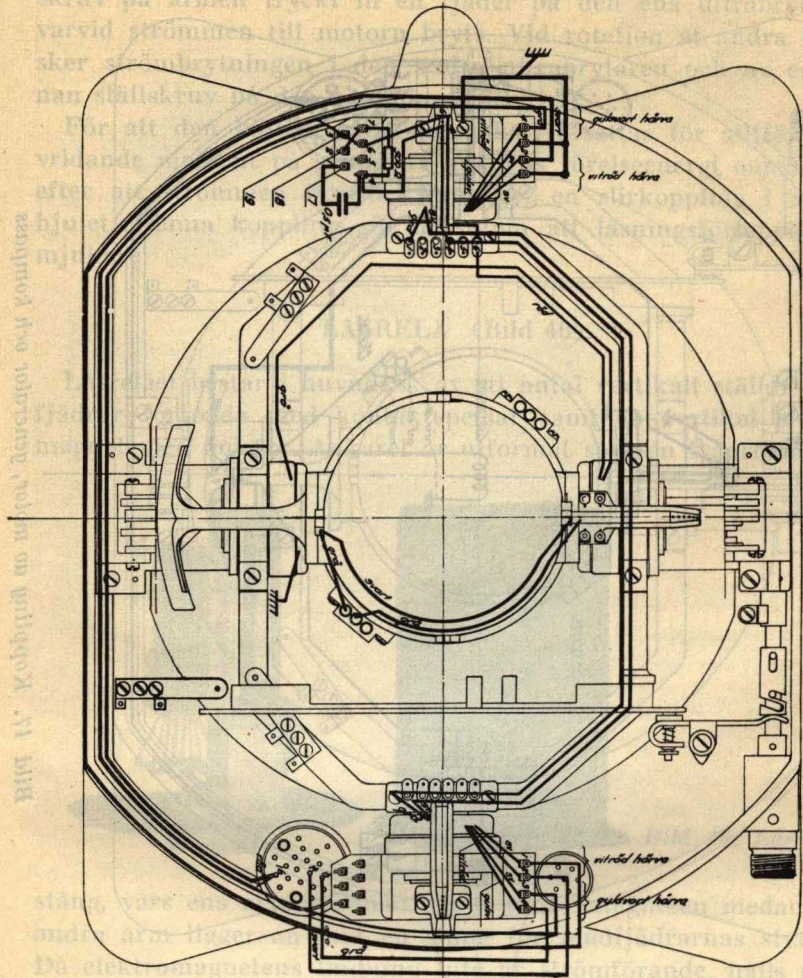


Bild 48. Koppling av horisontgivare

Bild 48. Koppling av horisontgivare

släng, vars en änd är fäst vid en magnetisk kärna. När strömmen i kärnan ändras, ändras magnetens styrkraft. Då en elektrisk ström genomföres i kärnan, blir magnetens styrkraft större och bladfjädrarna som utgör lemnar till kontaktstiften står i sådana lägen att det förändrade kontaktförhållandet motsvarar följande tecken.

När ström tillföres elektromagneten attraheras ankaret och bladfjädergruppen påverkas av styrstängens så att fjäderställningen förändras. Kontaktförhållandet blir då sådant att det motsvarar det tecken.

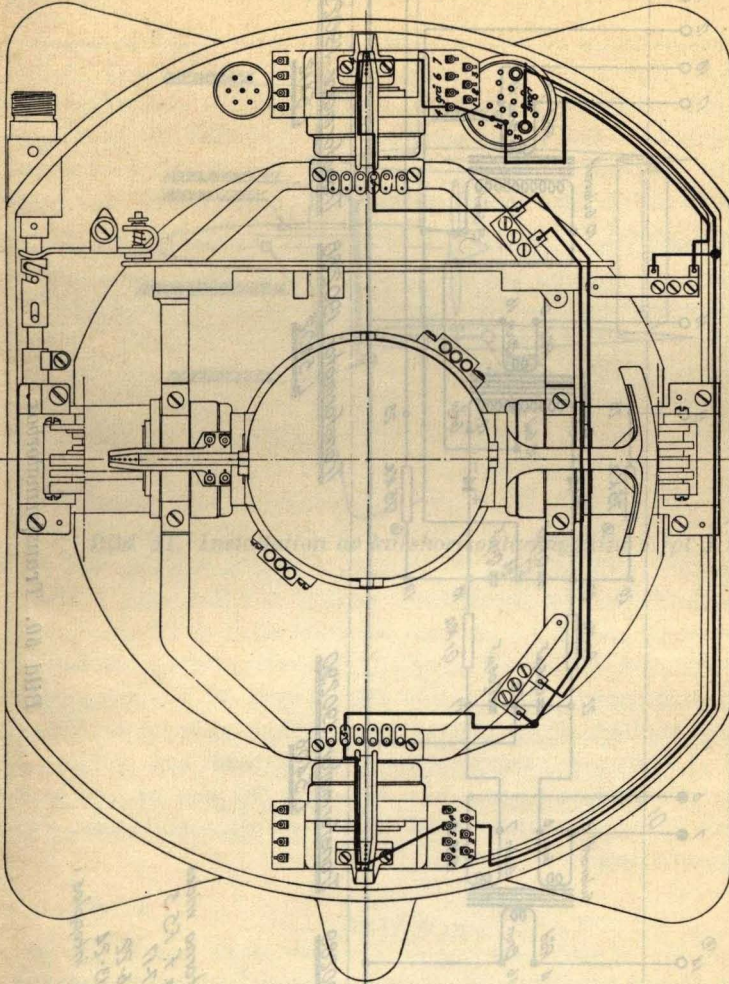
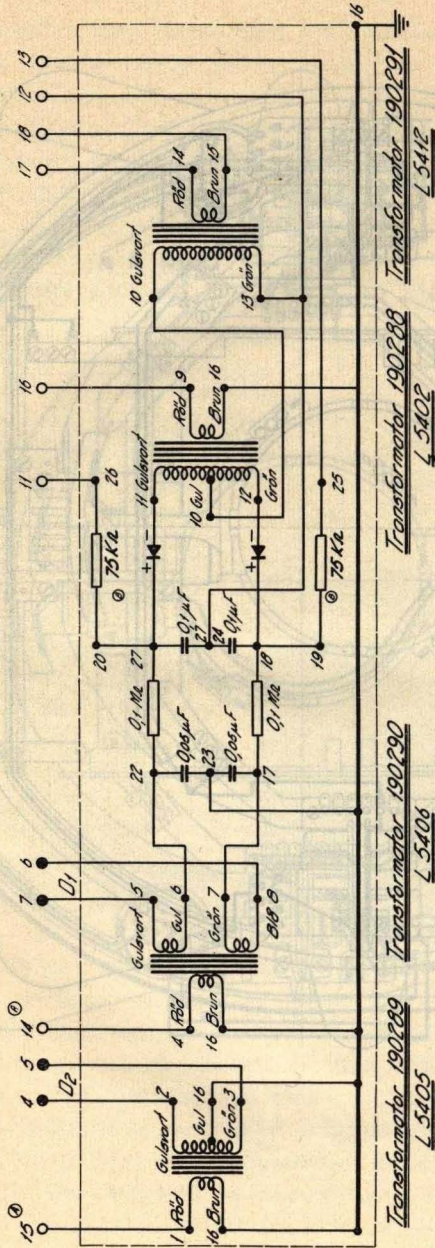


Bild 49. Koppling av iskontakter

Bild 50. Koppling av instrumentet



○ = Slutt på kontaktbotten
● = Slutt på ricksollaren

Fästet för likriktarna vidtas
1/2 varv och fästas f. 15-3

Förbindningarna } 6-22
 } 13-24
utföras när botten inkopplas i
instrumentet.

Bild 50. Transformatorbox

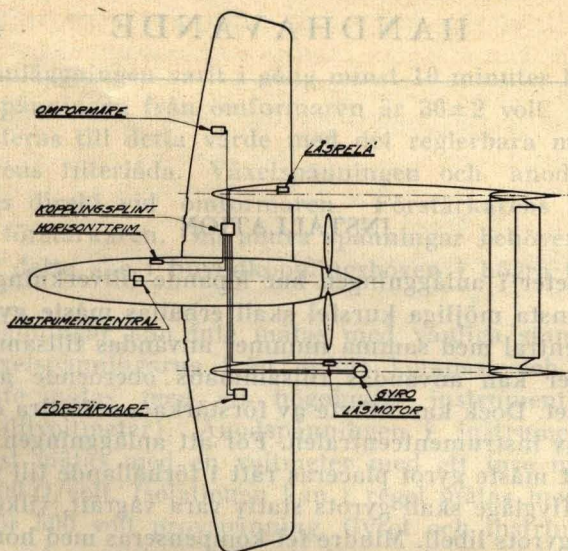


Bild 51. Installation av kurshorizontanläggning i fpl J 21

HANDHAVANDE

INSTALLATION

Alla enheter i anläggningen har löpande tillverkningsnummer. För att minsta möjliga kursfel skall erhållas måste gyro och instrumentcentral med samma nummer användas tillsammans. Övriga enheter kan användas tillsammans oberoende av tillverkningsnumret. Dock kan utbyte av förstärkare erfordra en ny nolljustering av instrumentcentralen. För att anläggningen skall fungera riktigt måste gyrot placeras rätt i förhållande till flygplanet. I normalt flygläge skall gyrots stativ vara vågrätt, vilket kontrolleras med gyrots libell. Mindre fel kompenseras med horisonttrimmen och genom vridning av katodstrålröret i instrumentcentralen. Gyrots kardanupphängning skall ligga i flygriktningen. Ett fel i detta avseende kan kompenseras genom nolljustering i instrumentcentralen, men felet får inte vara för stort ty då anger horisontinstrumentet alltför felaktigt flygplanets lutningsrörelser.

En av anslutningskontakternas fästskruvar är försedd med ett hål genom skallen. Även fästmuttern på kontakterna är försedd med hål. Låsning av kontakterna med låstråd kan därför ske genom användande av dessa hål. Järntråd får inte användas för låsning av gyrots kontakter. Obs! Använd inte magnetiska verktyg vid montering.

PROVNING

Vid en första provning av anläggningen i flygplanet kan flygplansbatteriet användas. Vid injustering av anläggningen måste man däremot använda markbatteri. För att få den rätta spänningen, vilken flygplansbatteriet har vid laddning, måste en extra ackumulator på 6 volt kopplas i serie med markbatteriet, som måste vara anslutet med rätt polaritet. Anläggningen startas genom tillslagning av huvudströmställaren och strömställaren för kurshorisonten.

Mätningar

Sedan anläggningen varit i gång minst 10 minuter kontrolleras att växelspänningen från omformaren är 36 ± 2 volt. Spänningen kan injusteras till detta värde med det reglerbara motståndet i omformarens filterlåda. Växelspänningen och anodspänningen kan mätas direkt vid omformaren. Förstärkarens utspänning mäts vid förstärkaren. Om andra spänningar behöver kontrolleras måste detta ske i huvudkopplingsboxen i högra innervingen (fpl 21).

Alla spänningar kan inte mätas med vanliga standardinstrument. Växelspänningarna från gyrots kompass och horisontgivare måste mätas med ett höghögmigt instrument (t e Aga-Baltics millivoltmeter). Anodspänningen i instrumentcentralen kan endast mätas med en voltmeter med ett inre motstånd på minst $5\,000 \Omega/\text{volt}$. Isolationen kan i regel mätas med en vanlig megger för 500 volt provspänning. Gyrot och instrumentcentralens syngonelement kan dock skadas av denna spänning. Här bör man i stället använda t e Aga-Baltics megohmmeter som mäter upp till 500 megohm med en provspänning på ca 250 volt.

Kompass

Kompassvisaren kan i vissa fall få en tendens att rotera. Rotationen kompenseras i vanliga fall av bromsanordningen i kompassen. En svag rotationstendens kan dock förekomma vid frånslagning av anläggningen. Likaså kan kompassvisaren rotera vid fel på förstärkaren.

Kursvisaren

Känsligheten skall regleras så att kursvisaren på skalan ungefär anger den verkliga kursavvikelsen. Härför finns i huvudsak två möjligheter: 1) ändring av förstärkarens utspänning med potentiometer, 2) utbyte av motståndet som ligger parallellt med rotorn i kursvisarens syngonelement. Stora variationer i känsligheten utjämnas bäst genom utbyte av motståndet eftersom reglering av förstärkaren även påverkar kompassen. Dennes rotor bör ha en spänning på minst 13 à 14 volt för att inte friktionen skall ge för stora fel. Å andra sidan får utspänningen inte heller

inregleras till ett för högt värde, eftersom överstyrning av förstärkaren då kan riskeras. Ändring av potentiometerställningen måste göras före eventuell nollställning av kompass och kursvisare eftersom förstärkningsreglering i någon mån påverkar nollställningen.

Låsmotor

Gyrots låsning manövreras genom intryckning av knapparna LÅST och FRI på instrumentcentralen. Om axeltransmissionen mellan låsmotor och gyro kärvar kan det inträffa att gyrot inte blir fullständigt låst eftersom motorströmmen bryts vid ett visst moment på axeln. Vid intryckning av knappen LÅST blir strecket brett, men detta betyder endast att låsningen påbörjats, inte att den slutförts.

DEVIERING

Då gyroenhet och instrumentcentral är justerade tillsammans kan kompassen visa fel upp till 3°. Vidare är gyroenheten inte fullständigt störningsfritt placerad i flygplanet. Deviering av anläggningen är därför nödvändig. Deviering bör i regel ske på en härför särskild avsedd devieringsbana. Grovdeviering kan dock utföras på en vanlig betongplatta, tex framför hangar. För att få fullt tillförlitliga värden måste devieringen ske med indraget landningsställ, varvid flygplanet får vila på en svängbar träbock. Vid devieringen får inga störande järnföremål finnas i närheten av gyrot. Batterivagnen hålls på avstånd från gyrots plats under devieringen. Spänningen från batteriet skall vara 29 V varför en extra ackumulator kopplas i serie med batterivagnen. Under hela devieringen kontrolleras spänningen eftersom en spänningsförändring kan ändra kompassens nolljustering. Innan devieringen påbörjas skall anläggningen ha varit i gång minst 15 minuter. För att kompassen skall visa rätt måste gyrot vara fullt stabiliserat. Genom temperaturstegring närmast efter starten sker även en mindre förändring av kursindikeringen.

Liksom vid deviering av en vanlig magnetkompass använder man kompenseringsspejlskiva för att ta ut riktningarna. Flygplanet ställs först rakt i norr. Då finner man i regel att kompass

och kursvisare visar en mindre avvikelse från norr. Det behövs alltså en nolljustering, men är felet mindre än 5° görs nolljusteringen först sedan devieringen utförts.

Devieringen utförs för var 30:e grad, och felet på kompass och kursvisare antecknas varefter en felkurva uppritas. Om felet ine fördelar sig lika på båda sidor om nollinjen måste en nolljustering göras. En kompassfelkurva som ligger mellan t ex -2° och $+6^\circ$ anger att visaren skall flyttas bakåt 2° . Största felet blir då 4° . För att nollställa kompassen lossas glaset, varefter axeln fasthålls med en mejsel medan visaren vrids. Kursvisaren kan nollställas sedan instrumentcentralen lossats från instrumentbrädan och kåpan borttagits. För att kunna ha instrumentcentralen tillräckligt framdragen under justeringen fordras eventuellt en skarvkabel. Nollställningen sker genom att syngonelementets rotor vrids med en mejsel som sticks ner i korektionsskalans ihåliga axel. Först måste emellertid stoppskruvarna på axeln ha lossats.

Man kan därefter få kursvisaren att ange rätt kurs genom användning av korrektionsskivan. Felkurvans spegelbild (korrektionskurvan) inritas på skivan, och denna skärs ut efter kurvan. Givetvis kommer då kompassen att fortfarande behålla kursfelet.

ANVÄNDNING

När strömställaren till kurshorizontanläggningen slås till startar gyrot samt frigörs automatiskt. Efter ca 5 minuter har gyrorotorn uppnått erforderligt varvtal.

Ljusstyrkan på horisontstrecket, vilken regleras med ratten märkt STYRKA, bör vara minsta möjliga så att katodstrålröret inte slits ut onödigt fort.

Vid frånslagning av strömställaren samt vid flygning med sidlutning över 90° och längdlutning över 60° skall gyrot vara låst. Låsningen sker genom intryckning av knappen märkt LÅST. Låsningförloppet tar ca 6 sekunder. Vid låst gyro är horisontstrecket betydligt bredare än vid olåst. När gyro skall frigöras intrycks knappen märkt FRI. Frigöringstiden är ca 4 sekunder.

När gyro skall låsas eller frigöras behöver knapparna endast tryckas in för att sedan omedelbart släppas. De behöver således inte hållas intryckta under hela låsnings- eller frigöringstiden.

Om horisontinstrumentet inte anger planflykt när sådan hålles injusteras horisontstrecket med horisontrimmen.

Om man vill hålla en viss kurs med hjälp av kursvisaren ställs kursinställarskalan in på denna kurs, varefter flygplanet styrs så att instrumentet inte ger utslag. Vid kursavvikelse ger instrumentet utslag åt det håll avvikelsen sker. Utslagets storlek är emellerid inte proportionellt mot kursavvikelsens storlek.

FÖRVARING OCH TRANSPORT

Liksom andra gyroinstrument är kurshorisonten mycket ömtålig och måste behandlas ytterst varsamt. Detta gäller i synnerhet gyrot och instrumentcentralen. De i anläggningen ingående enheterna skall alltid förvaras och transporteras i sitt originalemballage. Gyrot skall ha transportlåsning, då det inte är inmonterat i flygplan. Eftersom gyrot innehåller ståldelar (te kullager), kan dessa få magnetism påförd om gyrot placeras i närheten av starkt magnetiska föremål. Följden av detta blir en kvarstående felvisning hos kurshorisontens kompass. Detta är särskilt fallet om gyrot förvarats i närheten av magnetiskt störande föremål någon längre tid. Därför skall man vid transport se till att föremål som innehåller permanentmagneter inte placeras närmare än en meter från gyrot, och under längre förvaringsförvaring får inga som helst järnföremål finnas inom detta avstånd. Särskild uppmärksamhet bör riktas på instrumentcentralerna vilkas kursvisare innehåller en permanentmagnet.

FELSÖKNING

KOMPASS

Fel: Kompassvisaren orolig.

Orsak: Spänningen från Z-generatorn varierar på grund av glappkontakt vid jordskruven på gyrohuset.

Dålig kommutering på omformarens anodspänningssida.

Mikrofoni i förstärkarens rör.

För svagt fjädertryck i låsreläets markeringskontakt.

Fel: Kompassvisaren roterar.

Orsak: Avbrott eller kortslutning i syngonelementets rotorlindning.

Avbrott i bromsmotorns lindning.

Anordningen för reglering av bromsmotorns statorfält felaktigt injusterad.

Fel: Kompassvisaren hakar upp sig.

Orsak: Smutspartiklar har trängt in mellan stator och rotor i syngonelementet eller i lagren.

KURSVISARE

Fel: Kursvisaren gör utslag endast åt ett håll.

Orsak: Avbrott i ena likriktaren, motståndet eller transformatorn i bryggkopplingen.

Fel: Kursvisaren hoppar.

Orsak: Någon av likriktarna felaktig.

Dålig jordledning.

Glapp i visarens upphängning.

Fel: Kursvisaren är för känslig.

Orsak: Avbrott i shuntmotstånd över vridspoleinstrumentet eller motsvarande över syngonelementets rotor.

HORISONTINSTRUMENTET

Fel: Inget horisontstreck bildas på skärmen.

Orsak: Glödspänning saknas på grund av glapp i rörhållaren eller avbrott i transformatorn.

Anodspänning saknas på grund av glapp i rörhållaren, avbrott i transformatorn eller kortslutning i filterkondensatorn.

Spänningen på rörets elektroder felaktig på grund av defekta eller felaktigt inställda potentiometrar.

Fel: Horisontstrecket befinner sig i över- eller underläge vid horisontell gyroenhet.

Orsak: Avbrott i trimpotiometern.

Avbrott i ena likriktaren i bryggkopplingen.

Fel i någon av filterkondensatorerna.

Fel: Horisontstrecket är kortare än normalt och lutar 45° då gyroenheten står horisontellt. Vid lutning av gyroenheten åt ena sidan ändras ej horisontstreckets läge, men dess längd ökar tills sidlutningen är 45° varefter den avtar. Vid lutning åt andra sidan är streckets läge fortfarande oförändrat men dess längd avtar tills endast en punkt återstår vid 45° lutning. Vid fortsatt lutning växer strecket åter fram.

Orsak: Ingen jordkontakt vid jordskruben för sidlutningsgivarernas statorer.

Fel: Horisontstrecket ändrar läge trots att gyroenheten står horisontellt.

Orsak: Någon av stabiliseringsklaffarna har hakat upp sig.

Fel: Horisontstrecket oroligt.

Orsak: Störspänning från förstärkaren på grund av glappkontakt i någon av förstärkarens cannonkontakter.

För svagt fjädertryck i låsreläets markeringskontakt.

LÅSMOTOR

Fel: Låsmotorn går trögt.

Orsak: Låsmotorkåpan spänner mot utgående axeln.

Flygvapenmuseum
Linköping



2 6339 017 108