

Organisationsenhet/Organizational unit
UTBILDNINGSTEKNIK

Utfördare/Executing officer
NU Bo Andersson/ *Bo*

Ärende/Subject
Link Trainer. Vingar och rodrens funktion

RAPPORT

Datum/Data
1997-12-14

Sida/
Page **1(7)**
Registreringsnummer/Registration no.
NU/97-R16

Delgivning/Distribution to
**Mj Håkan Brandt F7, Informationsavd
Karl-Erik Olofsson F7, SUL avdelningen**

FLYGSIMULATOR

EN SKÖN BLANDNING AV "KONST", VETENSKAP OCH TEKNOLOGI

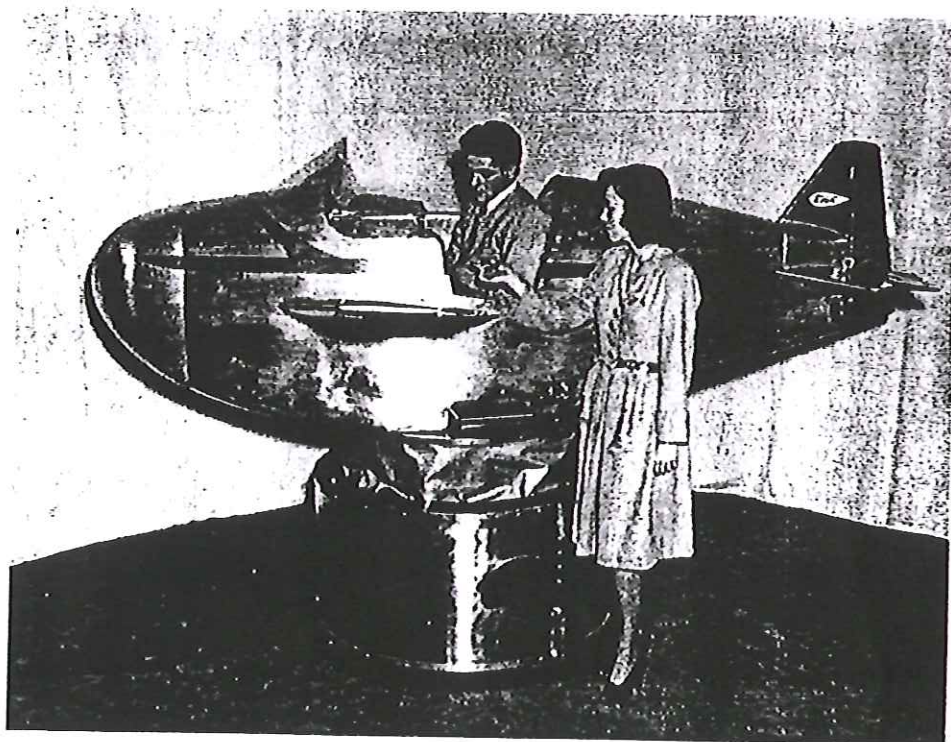


Fig 1. Marilyn C. Link förklarar funktionsprincipen hos den första School Link Trainer för en elev.

INLEDNING

För att utveckla, konstruera och bygga flygträningssimulatorer
erfordras minst följande tre element:

- en fullständig modell, företrädesvis i form av en matematisk beskrivning, av ett flygplans beteende med avseende på alla insignaler (styr- och manöversignaler samt störningar) från pilot och från omgivning
- en mekanism eller resurs som kan lösa alla dessa ekvationer i realtid, eller med andra ord, skapa liv och rörelse i modellen
- någonting som kan presentera resultatet av dessa beräkningar för piloten i form av mekaniska, visuella och audioella upplevelser och intryck

Detta är den grund som moderna simulatorer står på. Innan denna teknik var känd och utvecklad experimenterade man lite här och var med olika, mer eller mindre finurliga, apparater för att lära och träna blivande piloter i konsten att förstå, koordinera och manövrera en flygande farkost. Många underliga apparater har sett dagens ljus. En av flera framgångsrika konstruktörer och uppfinnare var just Edward Link.

Link:s Trainers användes lite här och var världen över för att träna piloter i framför allt "blindflygning". Det var först och främst de olika ländernas flygvapen som använde Link Trainer i sin pilotutbildning. Så gjorde även det Svenska flygvapnet. Detta framgår inte minst av den journalfilm-snutt som visades för oss besökare på Gripen-center vid en genomgång och visning av JAS-verksamheten vid F7 den 9 dec 1997. Vid detta tillfälle ställde majoren Håkan Brandt frågan om det var någon som kunde upplysa honom om vilken funktion vingar och roder hade på den Link Trainer som visades i filmen.

Som ett tack för en trevlig genomgång och en intressant visning vill vi från FFV Aerotech med dessa enkla rader försöka att ge ett svar på den aktuella frågan.

EDWARD LINK AND THE LINK TRAINER, THE PILOT MAKER

Om man slår upp Link Trainer i Dictionary of Aeronautical Engineering från 1959 kan man läsa följande:

"Link Trainer. A completely equipped cockpit for the training of pilots in instrument flying and in the use of radio and radar aids under conditions wich simulate those of flight".

Datum/Date
1997-12-14

Registreringsnummer/Registration no.
NU/97-R16

Detta skrevs alltså ca 20 år efter det att Edward Link startade sin verksamhet med att utveckla den första Link Trainern. Edward Link var inte den första men kanske en av de främsta innovatorerna på den tiden vad gäller att skapa träningshjälpmedel för piloter. Han arbetade på sin fars firma "Link Piano and Origon Company of Binghamton, New York". Faktum är att Edward L:s första patent avsåg förbättringar av mekanismen i självspelande pianon.

Den första trainern utvecklades under en period mellan 1927 - 1929 på Link:s fabrik och var baserad på pneumatiska komponenter från piano- och orgel-teknologin.

Den första trainern presenterades som, "an efficient aeronautical training aid - a novel, profitable amusement device" i en patenthandling från 1930. Tipp-, roll- och gir-momenten initierades på samma sätt som i ett riktigt flygplan d v s med spak/ratt och pedaler. Pneumatiken användes för att aktivera rörelserna.

En eldriven luftpump inne i det golvfast monterade stativet eller chassit genererade det lufttryck som erfordrades för att styra ut roder med hjälp av ventiler kopplade till styrspak och pedaler. Med hjälp av en annan motor- och luftdriven enhet kontrollerades kabinens attitydvinklar.

Link arbetade under en lång tid med att förbättra prestanda och egenskaper genom prov och försök (trial and error) innan han var nöjd med resultatet.

Den första beskrivningen av trainern innehåller inga noteringar om instrumentering. Apparaten var primärt avsedd för att demonstrera för eleven verkan av spak- och pedalrörelser, dess inverkan på roder och på flygplanets attitydvinklar samt för att träna koordinering av spak- och pedalrörelser.

Den simulerade effekten av roderrörelserna (attitydförändringarna) var oberoende av roderutslagen och representerade ej den respons som erhålls i det verkliga fallet i ett flygande flygplan. Samma sak gällde vad beträffar rörelsesystemet. Kopplingen mellan manöverorgan, roder och rörelsesystemet representerade snarare attityd än rörelse.

Edward Link jobbade länge och hårt med att övertyga folk om det kloka i att investera i pengar i hans apparat. Links apparat var nog den bästa demonstrator eller trainer som ditintills byggts men den svarade inte upp mot det egentliga utbildningsbehovet (ingenjörsglädje kan hända). Det utbildningsområde där man verkligen hade det största behovet av hjälpmedel var för att träna instrumentflygning. För att möta dessa krav förutsattes ett mer analytiskt angreppssätt på problemet. Det gällde att skapa en *modell* av flygplanets och instrumentens beteenden.

Datum/Date
1997-12-14

Registreringsnummer/Registration no.
NU/97-R16

Alla ditintills beskrivna träningshjälpmedel hade en rörlig kabin. Detta var ju en basfunktion och alltings ursprung. Trots att denna tidiga form av rörelsesystem inte var speciellt bra konstruerades nu trainers som kunde presentera både rörelse och instrumentvärden samtidigt. Dessa egenskaper hade alla, vid denna tidpunkt, framgångsrika trainers utom Link:s. Så småningom lyckades man konstruera en ny typ av rörelsesystem (true motion cue simulation) som bättre motsvarade verkligheten varvid även E Link hoppade på tåget. Man fick på detta sättet en verklighetstrogare koppling mellan styrkommando och kabinrörelse.

Runt 30-talet konstruerades ett antal olika trainers. Somliga enbart för instrumentflygning och andra för träning i rodermanövrering.

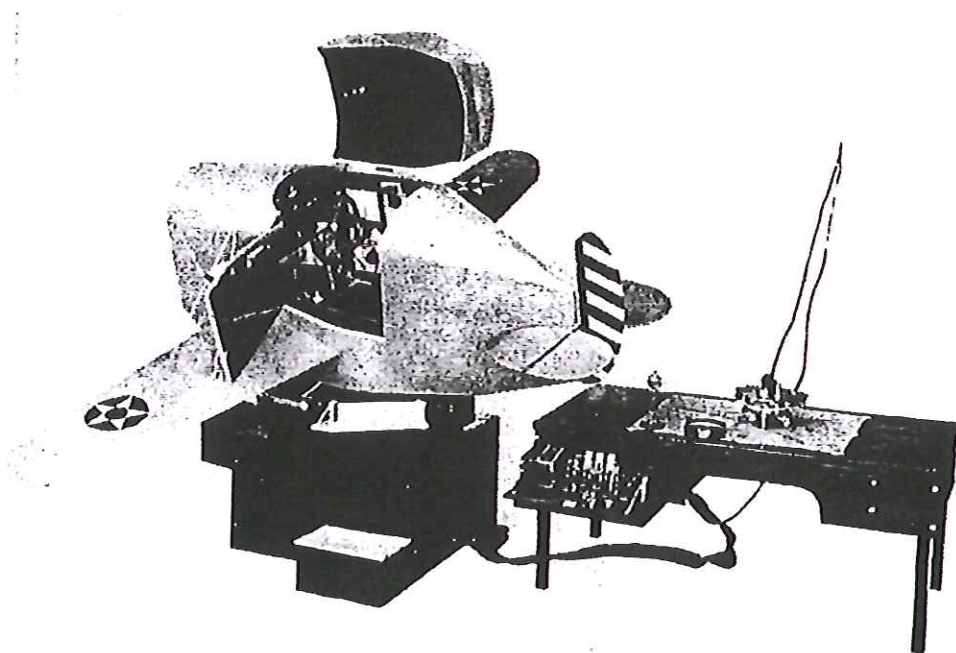


Fig 2. Link Trainer modell E, instrument trainer. Modell E producerades under mitten av 30-talet.

Datum/Date
1997-12-14

Registreringsnummer/Registration no.
NU/97-R16

SIMULATOR-ERAN TAR VID

Link utrustade snart sina trainers med en standardinstrument-
uppsättning och andra standardsystem såsom radio, pejl m m.

I början av 1930 startade E Link utbildning i "blindflygning" vid sin
flygskola. Det nya och väsentliga med denna nya typ av utbildningen i
trainer var att den var (upplevdes som) "helt realistisk". Noteringen
gjordes av US Army Air Corps vilket naturligtvis bidrog till stora
försäljningsframgångar för E Link.

Den moderna varianten av Link-trainer kunde rotera 360° vilket
innebar att en magnetkompass kunde installeras. Övriga instrument
opererade med hjälp av mekanik och pneumatik. Höjden t ex var
representerad av trycket i en tank som var direkt ansluten till en
höjdmätare via en slang. Roder-integrationen var utförd på ett mer
avancerat sätt och man hade nu bl a åstadkommit stall-effekter.
Linktrainern var på väg att bli en enkel form av simulator med en
analog computer i vilken manövrer och rörelser var en samman-
kopplad funktion. Representationen av flygdynamiken var fortfarande
baserad på empiriska försök.

DEN BERÖMDA "KRABBANS" INTÅG

Så småningom kompletterades trainern med en kursplotter så att
instruktören kunde följa elevens flygning över en karta. Denna
funktion realiserades med hjälp av den berömda "Krabban", en
självgående styrbar apparat vilken körde omkring över en karta och
ritade in färdvägen. Tack vare denna funktion kunde instruktören
manuellt ge eleven korrekta signaler från t ex radiofyrar.

E Link skördade stora framgångar under 30-talet med sin apparat.
Trainern producerades i många olika varianter och såldes till många
olika länder, inklusive Japan, USSR, Tyskland, Frankrike, England,
Sverige m fl. Den första Link Trainern som såldes till ett civilt flygbolag
såldes till American Airlines 1932. RAF köpte sin första Link-trainer
samma år.

I början av andra världskriget utnyttjade många av de stora
flygnationerna Link Trainer för sin grundläggande flygträning. Vid
krigsutbrottet hade tyska bombflygare 50 timmar "blindflygträning" i
Link Trainer.

FLYGPLANTYPLIKA TRAINERS BÖRJAR UTVECKLAS

Till en början var Link Trainern generisk. Vart efter som flygplanen utvecklades uppstod behovet av mer typspecifik instrumentering. Flygplanen försågs också med nya avancerade funktioner såsom infällbara ställ och omställbara propellrar. Det blev nödvändigt att simulera motor- och andra ljud i kabinen.

Nästa steg var att skapa en helt typlik kabin, detta för att möjliggöra realistiska procedurövningar och övningar av hela flyguppdrag samt för samträning av besättningar.

Så småningom utvecklades även instruktörsstationen från vilken instruktören kan leda och följa en komplett övning samt initiera och aktivera felfunktioner och varningssystem. Instruktörsstationen utgör simulatorns pedagogiska hjärta.

I och med detta kan man säga att trainer-eran är slut och simulator-eran tar vid.

Vingar och roder på Link Trainern var från början det enda och det viktiga. De fick sedan hänga med av bara farten under evolutionens gång. De kom att fylla samma funktion på Link-trainern som blindtarmen hos människan. När simulatorteknologin väl var etablerad försvann också mycket riktigt vingarna för gott (jfr SUL AJS37).

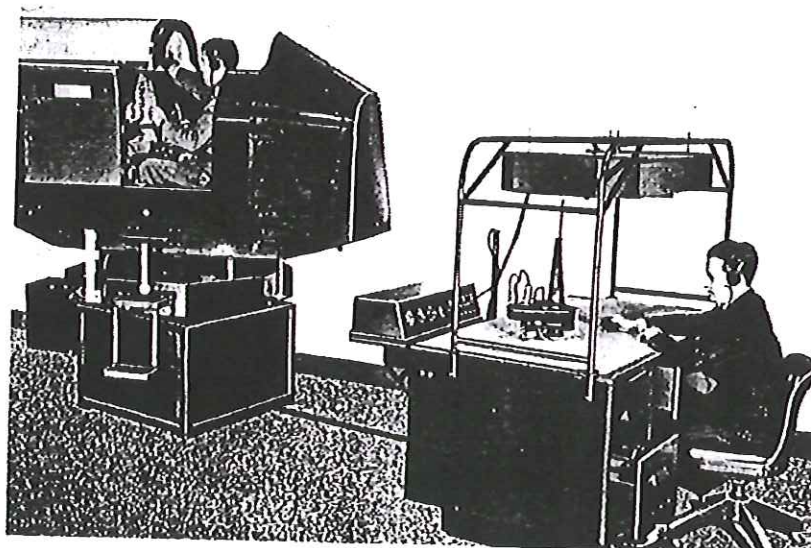


Fig 3. Link Trainer 1-CA-1. Denna version av trainer innehåller även en anordning för att simulera radiopejl vilken kan observeras på instruktörens bord. Lägg märke till att här finns inte längre vingar och roder.

Datum/Date
1997-12-14

Registreringsnummer/Registration no.
NU/97-R16

EN SOM VERKLIGEN BEHÖVDE VINGAR OCH RODER

Observera att det, vid sidan om Link, fanns ett antal duktiga trainerbyggare. Åtminstone en av dessa behövde verkligen vingar och roder. Billing (1910) monterade en roderförsedd apparat rörligt på ett ledsystem vilket var förankrat i marken. Genom att utnyttja vinden kunde eleven tryggt sitta i apparaten och öva inverkan av spak- och pedal-manövrer.

SAMMANFATTNING

Vingar och roder på den Link Trainer som visas på F7-filmen är ett evolutionärt arv från de tidigaste versionerna av Edward Link:s trainer och hade egentligen ingen större funktion. Dock kan man inse att de med största säkerhet bidrog till att skapa en atmosfär av realism kring apparaten. Alltså, en mental och psykologisk påverkanseffekt på elev och instruktör.