

Nedanstående text och bilder är ett utdrag ur originaldokumentet:

### **Utveckling av världens bästa styrsystem**

<https://saabaircraftindustry.com/sv/vagar-till-ny-formaga/utvecklingskompetens/formageutveckling-av-styrsystem/>

## **Historisk utveckling av styrsystem för Saab 29 till JA37**

Denna text beskriver hur den historiska utvecklingen av styrsystem har skett och hur Saabs arbete utvecklats inom detta teknikområde. Här beskrivs hur olika styrsystem har utvecklats från 1940-talet med J21 fram till 2000-talet med Gripen. Ett styrsystem är ett av de mest avancerade systemen som finns i ett militärt stridsflygplan, styrsystemets funktionalitet och prestanda sätter nivån på den operativa förmåga som ett militärt stridsflygplan får.

För att sätta in utvecklingen av styrsystem för militära stridsflygplan i en kontext, behöver man förstå vissa grunder för hur ett styrsystem fungerar. Nedanstående text ger en mycket kortfattad beskrivning av styrsystem och de olika systemlösningarna för Saabs olika militära stridsflygplan.

En av de mest centrala frågorna för det svenska flygvapnet var att minska sårbarheten för hela flygförsvaret. Flygvapnet hade på 1950-talet insett sårbarheten med fasta flygbaser, därför utvecklades ett koncept med vägbaser längs med vanliga landsvägar. På sådana vägbaser fanns också tillhörande uppställningsplatser för flygplanen med underhållskapacitet. Flygplanen måste då ha mycket goda start- och landningsegenskaper, då bansträckningen på en landsväg var mycket kort.

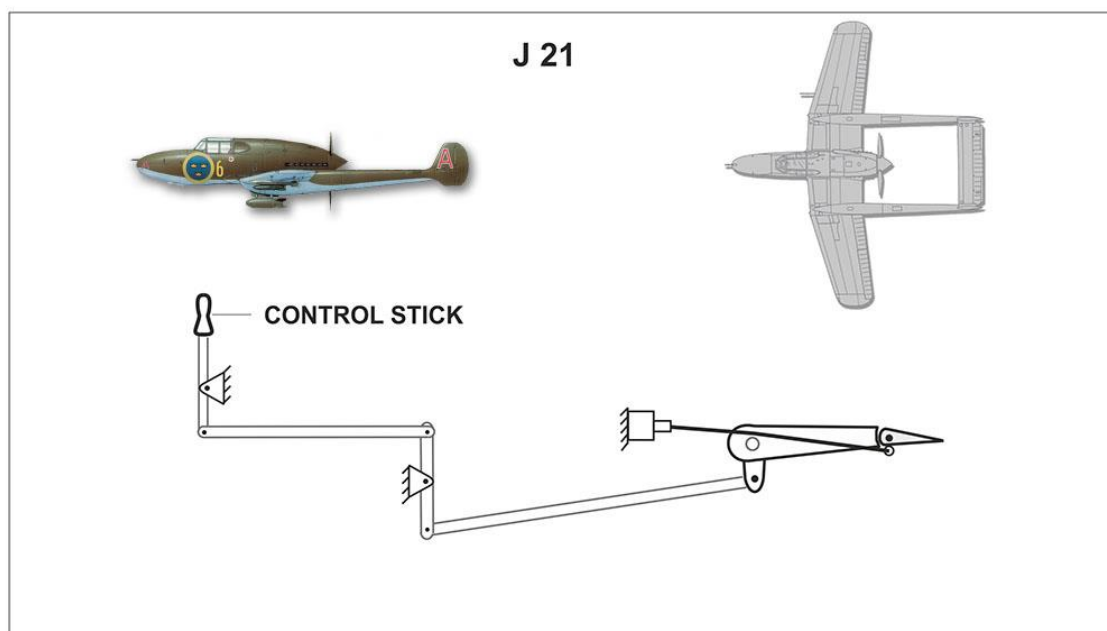
Dessa förutsättningar har legat till grund för konstruktion av de flygplan Saab utvecklat. Styrsystemet för alla flygplan är ett primärt system som i hög grad påverkar ett flygplans prestanda

## Mekaniska styrsystem

Saab J21 utvecklades på 1940-talet och hade en formgivning med dubbla stjärtbommar och skjutande propeller. Saab J21 blev det första planet i Flygvapnet med noshjulställ. Planets utformning gav god sikt åt piloten, men medförde även kylproblem för motorn och propellern kunde skada piloten om han behövde lämna flygplanet i luften. Därför utvecklade Saab en krutdriven katapultstol som sköt ut piloten över det farliga propellerfältet. Efter andra världskrigets slut 1945 fick Sverige tillgång till utländska jetmotorer och en version av Saab J21 med jetmotor utvecklades med beteckning Saab J21R.

### Saab J21

De tidigaste styrsystemen från 1940-talet som det på Saab J21 var mekaniskt reversibla, piloten kände luftkrafterna på rodren via det mekaniska styrsystemet som överfördes tillbaka till styrspaken. På så sätt kunde piloten känna krafterna från fartändringar i styrspaken. I hög fart blev det höga krafter i styrspaken och därmed mindre utstyrning av roder. I låg fart blev det låga krafter i styrspaken och därmed större utstyrning av roder.

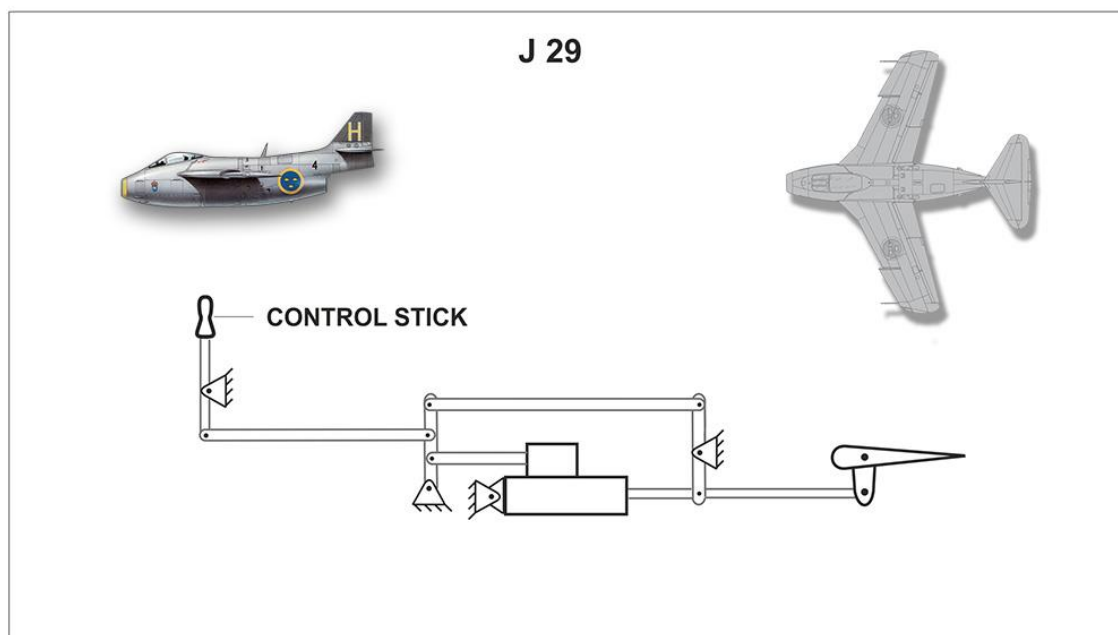


*Styrsystem för Saab J21A/R - "Mechanical reversible system"*

## Saab J 29

Under 1950- talet utvecklades Saab J 29, även kallat "flygande tunnan". Det var ett enmotorigt svenskt stridsflygplan. Från 1954 och framåt byggdes alla jakt- och attackplan om och fick efterbrännkammare, vilket gjorde att planet på sin tid hade hastighetsrekord. På denna tid ansågs J29 jämbördigt med de bästa amerikanska F-86 planen och de sovjetiska MiG-15 planen.

På grund av de höga farterna behövde piloten därför hjälp med att styra ut rodren, därför var Saab J 29:s styrsystem utrustat med ett hjälpservo. Piloten kunde fortfarande känna av luftkrafter från rodren tillbaka i styrspaken.

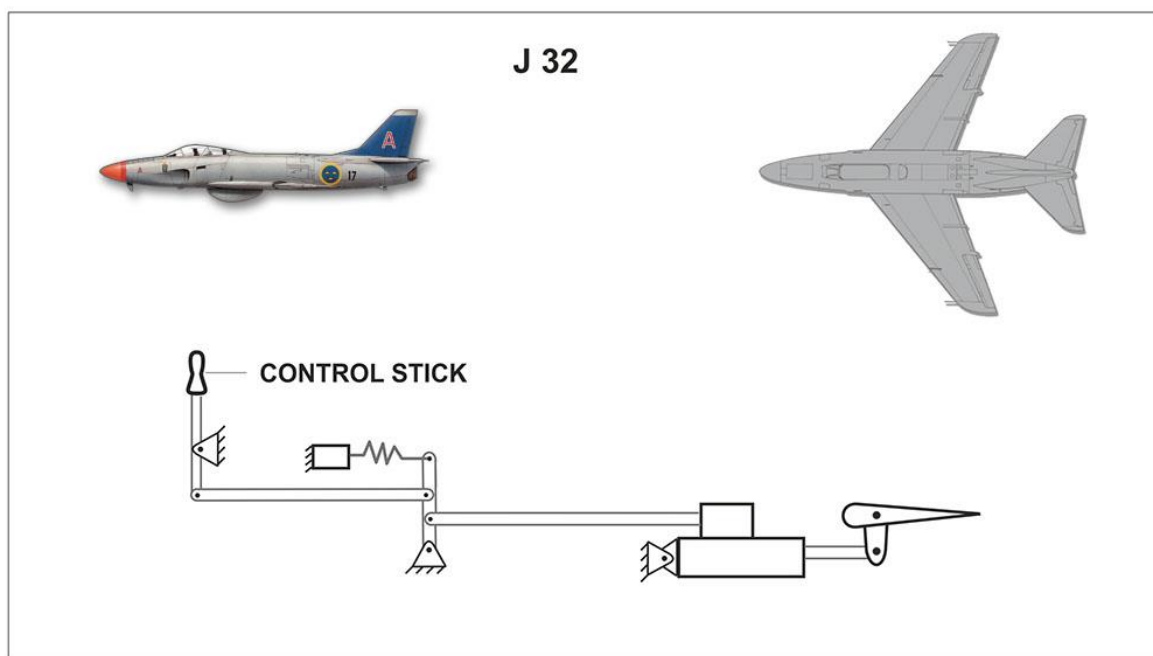


*Styrsystem för Saab J29 Tunnan - " Mechanical reversible system"*

## Saab J 32

Under senare delen av 1950 -talet utvecklades Saab 32 Lansen, som var ett tvåsitsigt stridsflygplan med allväderskapacitet som fanns i tre olika versioner. Saab A32A som var en attackversion med allväderskapacitet, jaktversionen med allväderskapacitet kallades Saab J32B och spaningsversionen Saab S 32C.

Saab J 32B Lansen var det första svenska flygplan som passerade ljudvallen. Stora krafter påverkade genom detta flygplant. Piloten behövde hjälp av servon för att styra ut rodren. I styrspaken kunde piloten därmed inte längre känna av luftkrafterna från rodren, man fick istället införa en artificiell späckänsla i form av fjäder och dämpare.



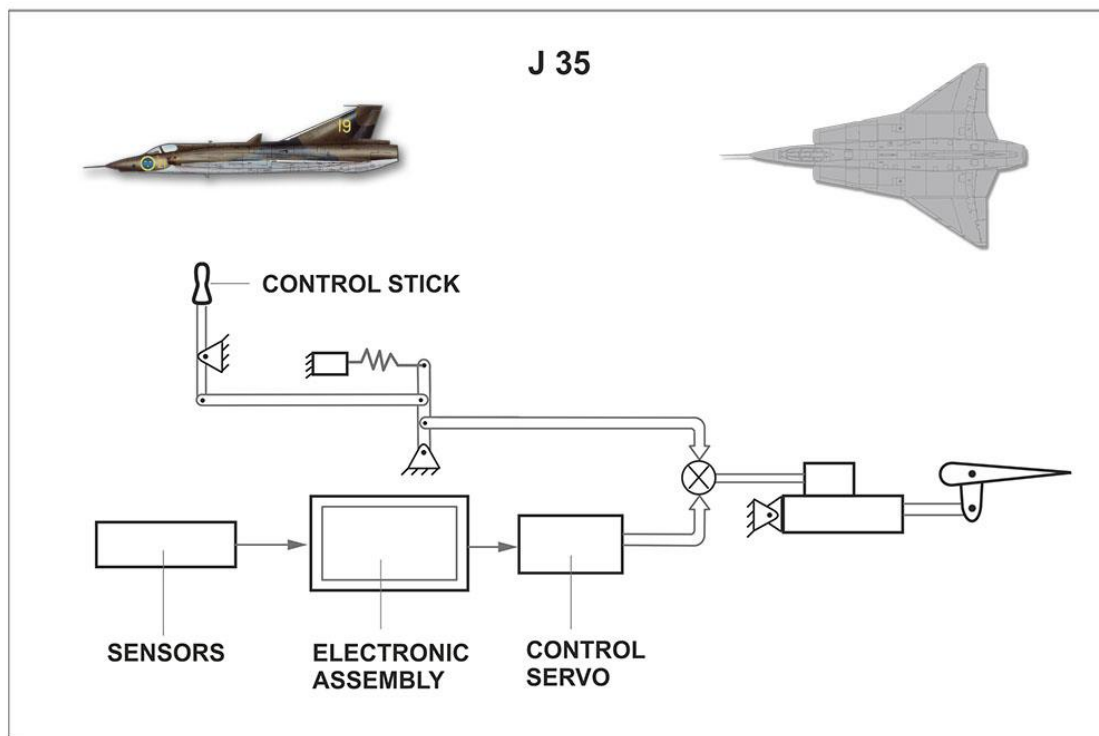
*Styrsystem för Saab J32 Lansen - "Mechanical system with 100 % servo*

## Saab J 35

Saab J 35 Draken utvecklades för att man behövde ett jaktplan som kunde genskjuta de nya kärnvapenbestyckade bombplanen som infördes under 1950-talet.

Konstruktionen av flygplanet var uppbyggt av en smal flygkropp med en dubbel deltvinge. Denna vingtyp gav goda flygegenskaper vid höga hastigheter vilket berodde på den inre, mera pilformade vingen. Den yttre deltvingen fungerade som ett komplement, med goda flygegenskaper vid lägre hastigheter.

Saab J 35 Draken skulle kunna möta främmande plan som flög fortare än ljudet, därför krävdes 100 % -iga servon och dessutom hjälp från en styrautomat för att förbättra de dåligt dämpade tippegenskaperna i överljud. Här förbättrades flygegenskaperna med hjälp av styrautomaten medan pilotens känsla för styregenskaperna bestämdes av det mekaniska styrsystemet.

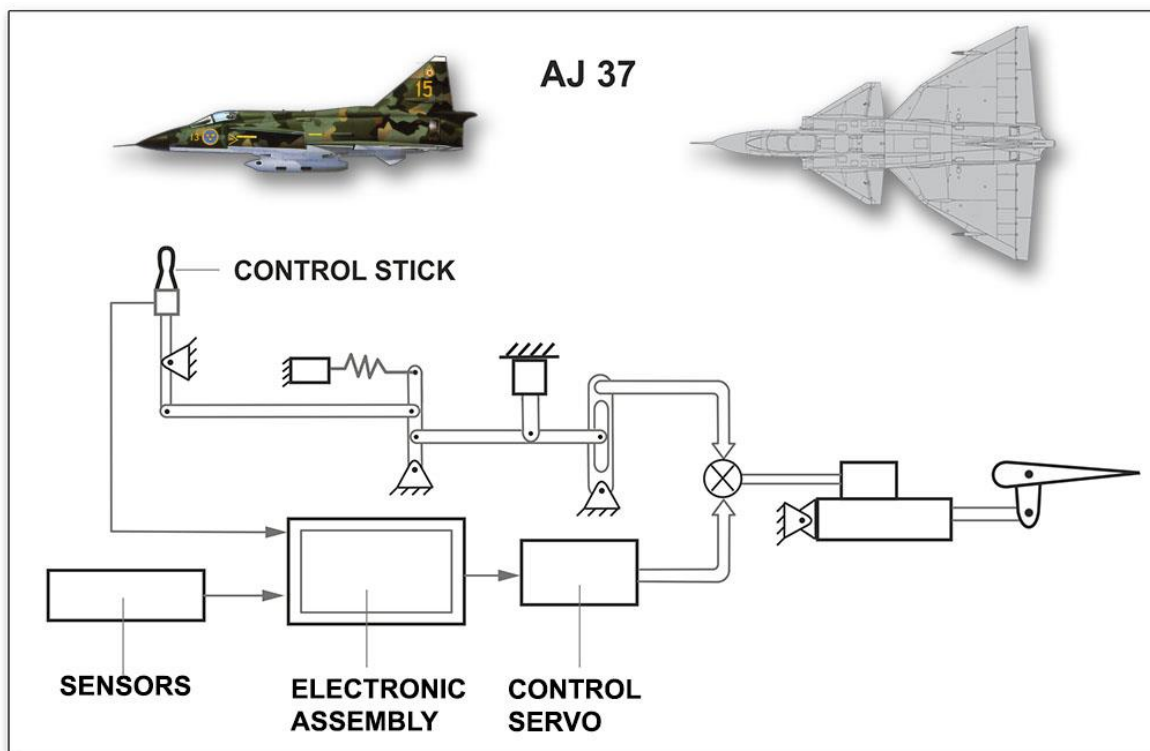


*Styrsystem för Saab J35 Draken - "Mechanical system with 100 % servo + Pitch damper funktion (analogue)"*

## Saab 37

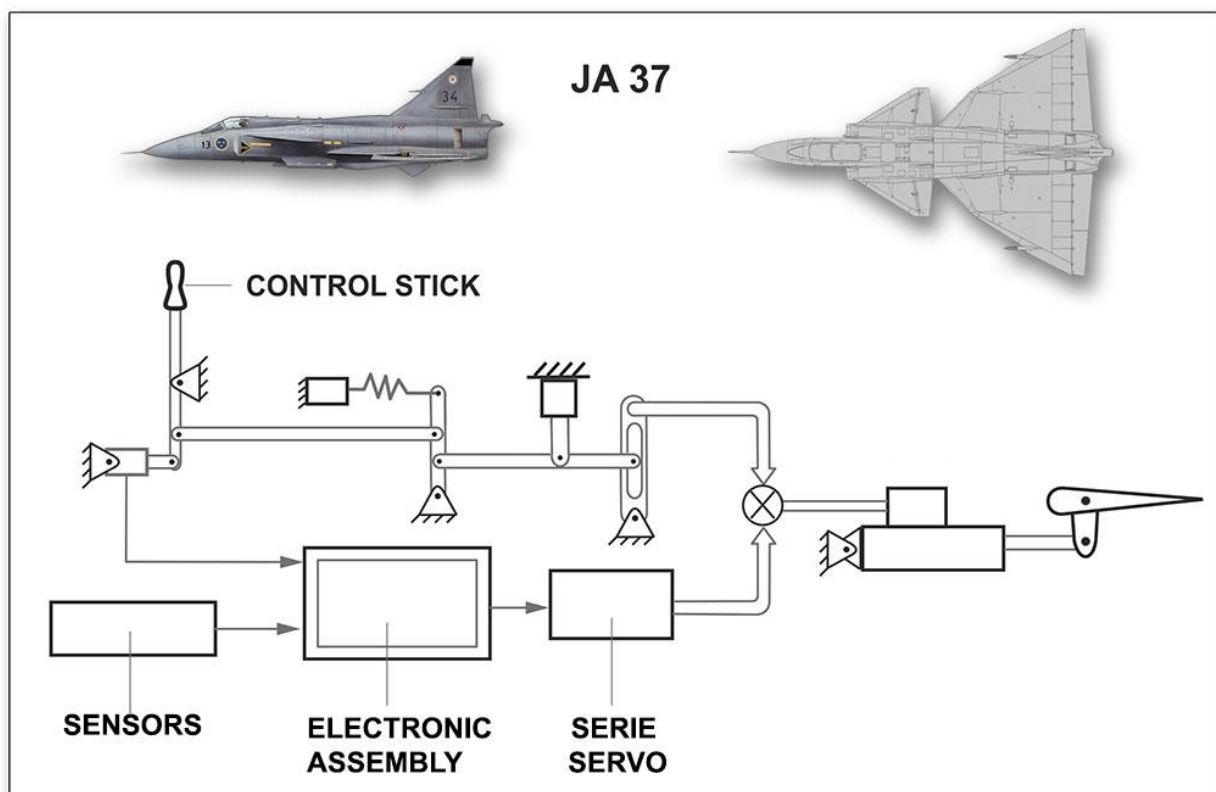
Saab 37 Viggen var ett stridsflygplan som fanns i fyra olika versioner, man hade dessutom en utbildningsversion (SK 37). Flygplanet var dubbeldeltvingat med så kallad canardvinge (extra vingar framför huvudvingarna), som gjorde det möjligt att landa med lägre hastighet. Ett reverseringsystem gjorde det möjligt att göra en reversering genom att vända motorns utblås framåt, när man landat på marken. Detta innebar att man kunde landa på mycket korta sträckor, mindre än 500 m, så även på hala banor.

Med AJ 37 Viggen gick man ett steg längre och förbättrade även pilotens känsla för styregenskaperna genom att använda en kraftgivarsignal från spaken. Flygegenskaperna förbättrades genom att addera stabiliserande och dämpande signaler från styrautomaten till roderkommandona. Styrautomaten i AJ 37 Viggen var analog. Analoga styrautomater har varierande tolerans på de ingående komponenterna, detta innebar att varje flygplan kunde vara en egen individ med lite egna flygegenskaper.



***Styrsystem för Saab AJ37 – “Mechanical system with 100% servo full authority + Limited 5 deg analogue FCS”***

Saab JA 37 Viggen var det första flygplanet i världen med ett digitalt styrsystem adderat till det mekaniska grundstyrsystemet, med det digitala styrsystemet i JA 37 kunde man få bort toleransvariationer som fanns i ett analogt styrsystem.



***Styrsystem för Saab JA37 Viggen - "Mechanical system with 100 % servo full authority + Limited 5 deg digital FCS, Flight Control System, (first digital FCS in the world)"***

Samtliga ovanstående beskrivna flygplan var statiskt stabila grundflygplan som kunde flygas med enbart sitt mekaniska styrsystem.

Författarens reflektioner: Det digitala styrsystemet i JA 37 Viggen var det första digitala styrsystemet i världen på sin tid.