

# Luftvärnsrobotsystem 68 – RB 68 Bloodhound Mk II

## Det kalla krigets mest exklusiva vapensystem i Sverige

**I juni 1948 ockuperade Sovjetunionen Öst-Tyskland och isolerade Berlin. Brittisk försvarspolicy fokuserades då på robotvapen för att möta fyra nyckelkrav, däribland en markbaserad luftvärnsrobot med lång räckvidd och hög fart (projektstudie Red Heathen), för att möta hotet av atombomber som fälldes från flygplan på hög höjd och/eller från flygplan i överljudsart.**

Av: Dag N H Malmström med text och bilder från [www.skogsborg.se](http://www.skogsborg.se)

### Historien bakom Bloodhound (BH 1)

Tidigt under 1949 satte English Electric upp ett team för att designa ett vapen som kunde tillgodose kraven i Red Heathen. Denna studie (Red Shoes) ledde fram till utvecklingen av Thunderbird. Något senare under 1949 bildade Bristol/Ferranti ett team med samma uppgift. Denna studie (Red Duster) ledde fram till den utveckling av Bloodhound, som här kortfattat beskrivs.

I början saknades nästan allt. Aerodynamiken i överljudsarter var till största delen outforskad. Raketer var tillgängliga men alltför små för vapnet. En liten rammjetmotor hade flugits i överljudsart i Storbritannien men dess dragkraft var mindre än dess luftmotstånd. Det fanns emellertid en bra bakgrund beträffande pulsradar och värmetaliga material vid motordelarnas temperaturer. Ferrantis uppgift var att bemästra de styr- och regler tekniska problemen. Det skulle inkludera målsökaren och en del reglerkomponenter i roboten samt LCP (här benämnd robotgruppcentral).

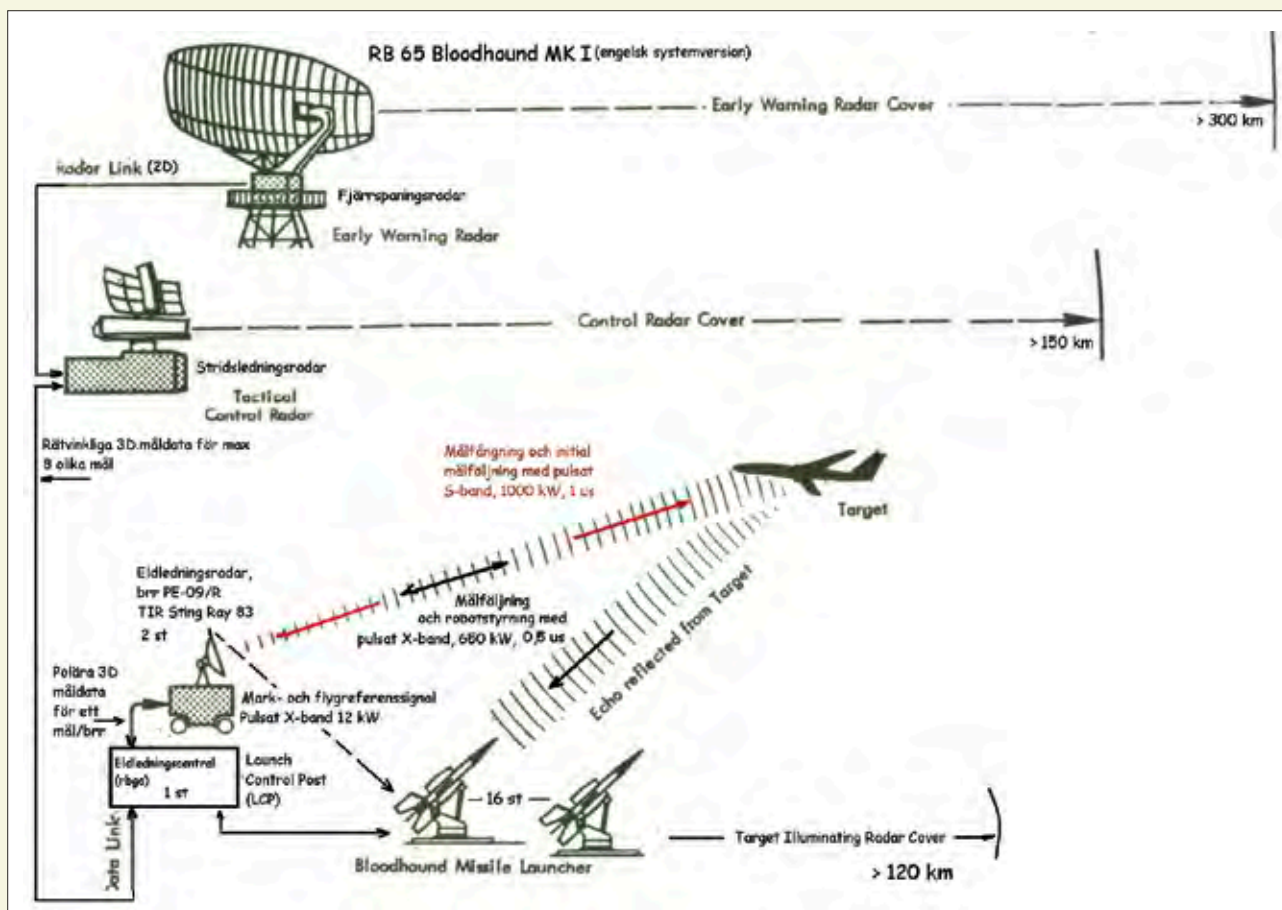
### Rammjetdrivet

Teamets förslag, lämnat till MOD den 15 juni 1949, innehöll planer för utveckling av två halvaktiva målföljningssystem för robotens styrning mot mål: pulsradar eller dopplerradar. Men det skulle ta mycket längre tid att utveckla den s.k. utvidgade dopplertechniken (FMCW), eftersom de nödvändiga komponenterna inte fanns. Detta förslag var av avgörande betydelse för teamets och Bloodhounds framgång och överlevnad och accepterades av MOD. I slutet av juli samma år föreslog man också att studera ett rammjetdrivet vapen.

Rammjetmotorn var konkurrenskraftig beträffande korta skotthåll och hade potential för utveckling mot längre skotthåll utan någon större ökning av robotvikten. Det saknades emellertid väsentliga data och den största, inom någorlunda rimlig tid tänkbara brittiska rammjetmotorn, var bara tio tum i diameter. För ett praktiskt användbart vapen skulle det behövas fyra sådana. Det togs fram en rammjetdriven testrobot (JTV 1). Ett team för instrumentering och telemetri organiserades med resultat att JTV 1-skjutningar med attrapper påbörjades våren 1950. Testfarkosterna bröts sönder i luften, en efter en, av fenfladder i överljudsart eller på grund av ojämn separering av raketerna.

### Sloknade

Till slut kom man till rätta med raketseparationen genom att få grepp om den relativa lyftkraften i främre och bakre delen av raketerna, en kunskap som senare skulle komma att visa sig värdefull. Mycket allvarigare var emellertid att de främre delarna av raketerna större luftströmmen till rammjetmotorernas luftintag så att de sloknade i överljudsart, och att återstarta dem var inte möjligt. Denna upptäckt kom att få stor betydelse för utformningen av roboten och dess startrakter. I maj 1950 gjordes en omkonstruktion av testfarkosten. Version 2 (JTV 2) hade en flygkropp med mindre luftmotstånd, ett



renare motorarrangemang med två 7,5 tums Deakon-raketer och stabilisatorfenor och därmed en mer perfekt separation. I juli 1951 gjorde en testfarkost för första gången en flygning i överljudsart med rammotordrift. Rammjetmotorn hade gjort entré.

MOD uppdrog nu åt teamet att med full fart fortsätta att designa och utveckla ett halvaktivt vapensystem med tillgänglig radarteknik och med rammotordrift.

Emedan rammjetmotor hade valts för framdrift för att få lång räckvidd, dök genast ett problem upp. Målsökarutrustningen behövde framänden av roboten, men det behövde också motorns luftintag. Den renaste utformningen var en med målsökarantennen i en konisk kropp i luftintaget. Detta inskränkte den vinkel med vilken roboten kunde snegla på målet, och därmed reducerades det avstånd på vilket roboten kunde låsa direkt vid start. Dessutom var vibrationerna besvärande.

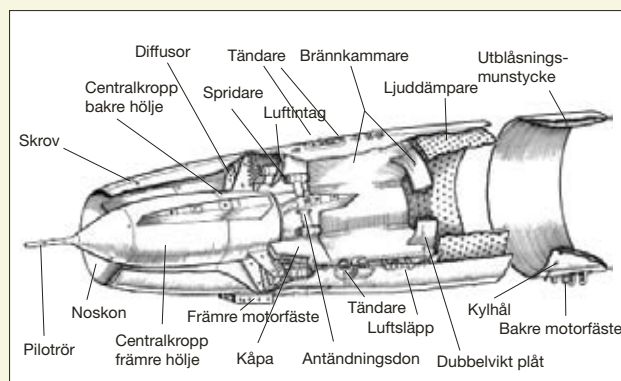
### Vindtunnlar

Det näst renaste alternativet var ett med luftintagen integrerade i vingarna. Det skulle endast vara möjligt med fasta vingar och det fanns ingen erfarenhet av tvådimensionella intag av den sort som behövdes eller deras beteende under manövrer under flygningen. Om luftintagen skulle placeras någon annanstans måste de dela utrymmet på flygkroppen med vingar, fenor och startraketer.

I oktober 1950 hade de amerikanska robotvapnen redan provflugits, tack vare att amerikanerna förfogade över vindtunnlar för överljudsastigheter, stora startraketer och testutrustningar, allt detta ett resultat av fortsatt utveckling från den nivå tyskarna hade nått 1945. Ett samarbete med Boeing kom till 1950 och efter två månader borta återvände teamet med glädjande nyheter om stora överljuds-rammjets med koniska intag som gav stor dragkraft och hög verkningsgrad. Teamet hade också fått data från vindtunnelprov rörande ving-kropp->>>

kombinationer vid överljudhastigheter. De visade på en liten trimändring beträffande vingutslag och machtal för kombinationen fast stabilisator och rörliga vingar.

Efter att ha gått igenom beräkningar på luftmotstånd, baserade på Boeings erfarenhet, bestämde sig teamet rätt snart för sextontumsalternativet. Detta alternativ utvecklades med mycken möda och ca 230 testavfyringar under 7 år fram till 1958 till THOR 101.



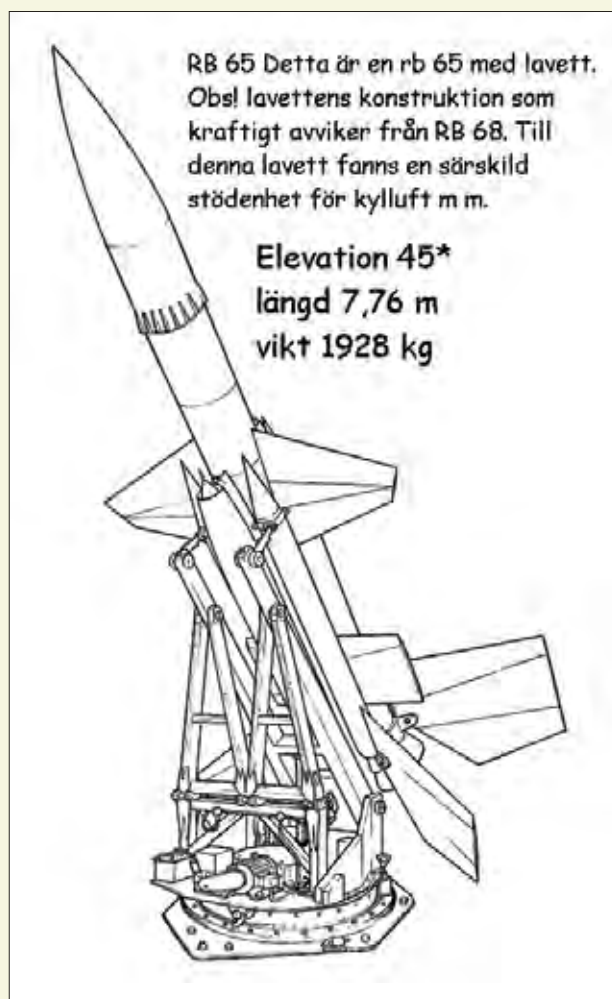
RB 65 rammotor Thor 101.

På upploppet tillkom insikten om att det behövdes skydd för motorns öppningar när den låg på lavett. Ett bakre skydd kunde lätt ryckas bort med ett snöre, men lättningen blev stor, när det visade sig att tändarna kunde blåsa bort främre kåpan.

### Ett kors

Först sedan en större rammotor blivit tillgänglig var det möjligt att titta på en tvåmotorskonfiguration. Den skulle kunna ha fyra vingar i form av ett kors, av vilka två skulle vara korta med motorerna fästa i vingspetsarna, eller ha två vingar, fasta eller rörliga, med motorerna fästa på över- och undersidan av flygkroppen. Utformningen av vapnet behövde nu omsorgsfullt tänkas igenom: halvaktiv målföljning, där roboten styrs av en målsökare som låst på ett mål, med en reflekterad signal från belysning av en pulsradar på marken.

Radarns noggrannhet var ett bekymmer. Det kan finnas flera felkällor i radarns följning av målet. En av dem är glittring (glints), där reflexionen ligger bredvid målets tyngdpunkt. En annan är fädning (fading), som är besvärande vid låga signalnivåer, där signalstyrkan



ändras från puls till puls. Det finns också andra orsaker till att robotens antenn inte pekar mot målet, t ex dålig noggrannhet i antenservot eller aberrationen i radomen. Teoretiska studier visade att den senare allvarligt kunde försämra robotens navigering eller till och med orsaka instabilitet.

### Rotationen

Det var just aberrationen som nu började påverka beslut om vapnets konfiguration. En målsökande robot mäter rotationen hos siktlinjen till målet och sätter in en anpassad ändring av anflygningsriktningen. Men radomens vridning kan ge falska ändringar av siktlinjen. Typiska värden skulle kunna vara 0,1 grad per sekund för den

verkliga siktlinjesändringen, 1 grad per sekund ändring av flygriktningen och 10 grader per sekund ändring av vingarnas anfallsvinkel. Tydligt kunde aberrationen, om den var mer än några få grader, avsevärt äventyra navigeringen hos en robot med fasta vingar, men dess effekt skulle vara betydligt mindre på en robot med rörliga vingar.

Det andra problemet – det med antennservot – visade sig senare också försämra noggrannheten inför träff. Med stor genialitet introducerade Ferranti ”den isolerade siktlinjen”, som också frikopplar målföljningen från robotens rörelser i pitch och roll (frånsett aberrationen), genom att elektroniskt utvärdera servots felsignal ur siktlinjens riktning refererad till antenngyrots axelriktningar. Det mänskliga ögat har också denna egenskap (vilket är betydelsefullt för skickligheten som jägare, genom vilken arten har överlevt).

Om två flygplan befinner sig inom radarloben och inom avståndsporten, kommer radarn att rikta in sig mellan dem. Det problemet kan inte en robot som går på egen radarlob klara, men det kan en som går på reflexionen från målet (halvaktiv målsökning). Det kommer nämligen en tidpunkt vid kort målavstånd då robotens radar väljer ut det ena av planen. Det finns ett värsta avstånd i längd och roboten måste ha tillräcklig manöverförmåga för att nå det utvalda målet under de återstående få sekunderna. Nästan alla målsökare som låser på mål innan robotstart tappar låsningen under startfasen. Ferranti löste detta genom att förbättra förmågan att hålla målsökaren låst under startfasen med en signal från en accelerometer i roboten. Detta eliminerade risken för bortfall av låsningen till följd av den snabba avståndsförändringen. Det innebar också att Bloodhound var styrd under hela sin flygbana (startfas, anflygningsfas och slutfas).

### Rollprov

Bestämningen av antenreflektorns diameter är även den mycket kritisk, eftersom en halvering av diametern gör att roboten måste ha fyra gånger så stor manöverförmåga. (Det här försätter mindre robotar som Hawk och Sea Dart i svårigheter.)

Nu, när pålitlig framdrivning hade etablerats, var det dags att gå vidare mot att träffa ett mål. April 1954 var en givande månad. Bl.a. gjordes rollprov på låg höjd

med rammotordriven fullskalrobot och den betedde sig som förväntat. I september 1954 utförde en XTV5 kontrollerade flygmanövrer och en annan flög en komplett experimentversion av en målsökare. Ett år senare var det äntligen klart att sätta ihop målsökare och styrservon och träffa ett mål, som till en början utgjordes av en ballong, belyst med en radar på marken. Den första fullskaleflygningen med målsökare var en strålande framgång i alla avseenden utom ett. Styrsignalerna för flygmanövrerna var felkopplade och roboten gjorde en perfekt undanmanöver. Kort därefter, 1955, blev Bloodhound XTV5 den första brittiska roboten att träffa ett flygande mål.

Trots att Bloodhound var det system som startade sist och trots exceptionellt svåra utvecklingsproblem, var Bloodhound 1 först att bli det operativt användbara luftvärnsrobotsystemet i UK, ungefär ett år före Thunderbird 1. Slutproven i Woomera i Australien resulterade i ett stort antal träffar på olika avstånd och höjder, liksom salvskjutning mot multipelmål.

Med de typer av pulsradar som då fanns tillgängliga, kunde lågflygande plan gömma sig i ekon från marken. Lyckligtvis var inte allvädershjälpmedel för lågflygning utvecklade på den tiden, men denna brist skulle senare elimineras genom utvecklingen av Bloodhound 2.

### Tekniklyft inför Bloodhound 2 (BH 2)

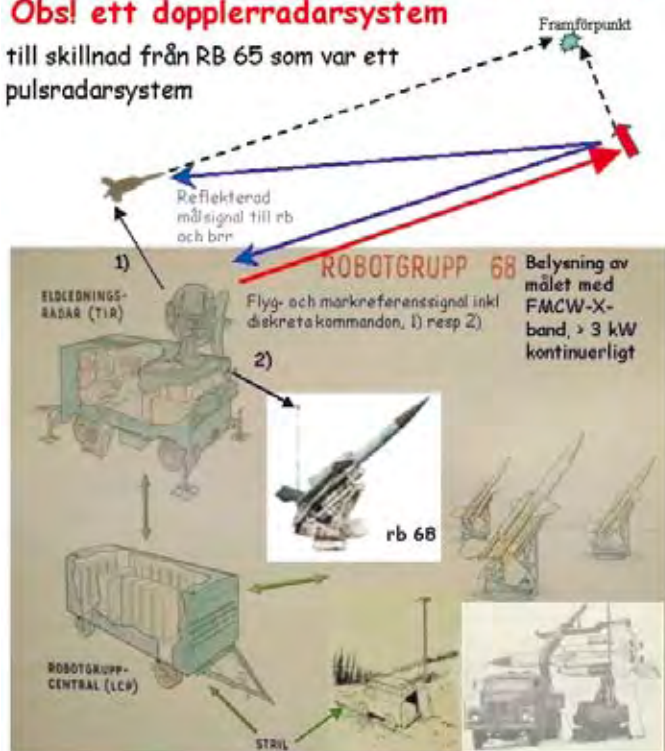
Tillverkningen av Bloodhound i Wythenshawe var i full gång när dåvarande inspektören för robotvapen besökte Ferranti för att tillkännage att det inte skulle bli någon efterföljare till kontraktet på Bloodhound 1. Anledningen sades vara att man skulle satsa på ett ”anti missile system” (Star Wars i USA) och att English Electric skulle få ett kontrakt på fem miljoner pund för utveckling av ett andra generationens luftvärnsrobotsystem (Thunderbird 2). Efter ett krismöte gjorde ledarna för de olika teamen inom Bristol/Ferranti en kort resa tillbaka till flygplatsen i Manchester. Det var under denna resa – dessa åtta minuter – som idén med Bloodhound 2 föddes som en utveckling av Bloodhound 1 – men jävlar anamma – det skulle ske till större fartprestanda, högre höjdpredanda och längre räckvidd, samt ett nytt radarsystem för målföljning och styrning med mycket goda låghöjdsprestanda.

I väntan på andra generationens robotsystem hade >>>

## RB 68 Bloodhound MK II (svensk version)

### Obs! ett dopplerradarsystem

till skillnad från RB 65 som var ett pulsradarsystem



Ferranti fortsatt att studera den så kallade utvidgade dopplertekniken (FMCW) och designat ett mer sofistikerat målföljningssystem. Även en prototyp till högeffektklystron hade provats. Dessutom var den första Bloodhound 1 som försetts med det nya målsökarsystemet färdig för en provskjutning inom några veckor. Provskjutningen blev en fullständig succé och roboten förstörde målflygplanet med en direktträff.

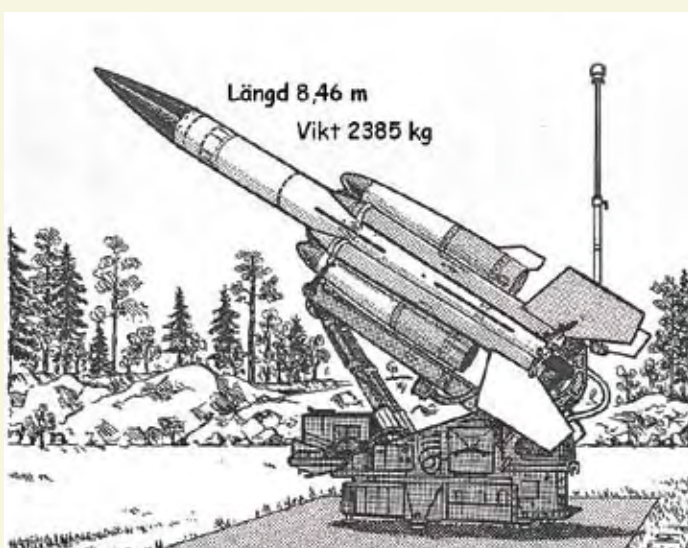
Efter många möten och genomgångar i flygministeriet och försvarsdepartementet om att det föreslagna systemet även skulle passa bra ihop med övervakningsradar och operativa system i övrigt, förstod departementet att Bloodhoundteamet återigen bakifrån hade nått ifatt, gått om och ledde tävlingen gentemot English Electric. Efter ängsliga veckor av osäkerhet var det en stor lättnad att bli tilldelade utvecklingsuppdraget för Bloodhound 2,

### Transistorn


Ny teknik, som blivit tillgänglig, gav nya möjligheter. Den mest befriande av dessa var transistorn. Den var driftsäker, hade låg vikt, genererade mycket lite värme och minskade därmed kylproblemen. Därför kunde en mycket mindre kylare i botten på lavetten användas. Den tillät en digital datamaskin att bli liten och tillräckligt driftsäker för att utgöra hjärtat i LCP (robotgruppcentralen). Detta hade enorma fördelar.

I mitten av femtiotalet började digitala datamaskiner spela en framträdande roll för att styra och övervaka industriprocesser i realtid. Ferranti var aktiva i databranschen (ARGUS 100 år 1959) och förutsåg, att de komplicerade problemen med att göra alla förinställningar i nästa generation vapen och att hinna med det under några få sekunder, kunde lösas av specialdesignade datorer (ARGUS 200). Det möjliggjorde

- avancerade digitala eldledningsberäkningar (av måldata, internt och externt mellan olika enheter)
- sofistikerad beräkning av banprofil och val av olika flygprogram
- sofistikerad förinställning av lavett och robot före skott
- avancerad styrning och övervakning av avfyrings- och säkerhetskretsarna
- samverkan mellan operatör och robot även under flygfasen (kommandon)
- att nya taktiska situationer snabbt kunde bemästras



RB 68 Startlavett med eldberedd robot i 34\* elevatoin.



Klystronen med flera nödvändiga nya närliggande komponenter möjliggjorde användning av den smalbandiga FMCW-tekniken med tillräckligt hög kontinuerlig uteffekt (> 3 kW). Hastighetsföljning i stället för avståndsföljning gör det lättare att hantera låghöjdsfallet med besvärande markekon, samt gör att störande mål lättare kan bekämpas (t.ex. remsfällningsfall). FMCW-tekniken medförde också att avståndet till målet kunde mätas och att annan information kunde överföras inom systemet (t.ex. kommando till roboten). I beredskapsläge fanns möjlighet att byta klystron för att försvåra identifiering av förbandet.

#### **Termiskt batteri**

Ett annat exempel på nya komponenter var framtagandet av ett termiskt batteri för robotens strömförsörjning. Det gjorde att man fick ett underhållsfritt batteri med utomordentliga miljöegenskaper. Batteriet startas av en brinnsats någon sekund före det att robotens startraketer tänds. Brinnsatsen gör att elektrolyten i batteriet blir flytande och den kemiska reaktionen påbörjas.

När slaget om Bloodhound 2 var vunnet, behövdes en del ändringar av motorn för att upgradera den till Mach 3, i första hand en modifiering av luftintaget för att passa till en robot med högt machtal på hög höjd. Fortfarande kunde dimensionerna i övrigt klara erforderlig dragkraft. Problemen med maktalskontrollen löstes. Sent under 1960 fanns en flygduglig motor med alla hjälpfunktioner tillgänglig. Mellan mars 1961 och april 1962 sköts 5 robotar XTV 16 i Woomera. De var fjärrstyrda, återanvändbara och tjänade som förprov inför provserien XTV 17, där målföljningen skulle provas. De flesta av dessa sköts i Woomera och alla motorer fungerade tillfredsställande. Tillverkningen av Thor 201 startade 1964. I stort sett gav den 20 procent mer effekt än 101. Med vikten ca 90 kilo var den ungefär 13 kilo tyngre än Thor 101. Det torde knappast existera en så hög intensitet i fråga om förbränning i en motorbrännkammare på något annat område.

Programmet för utveckling av och flygning med pålitliga motorer gick bra. Sedan noterades träff, på alla höjder och avstånd enligt kravspecifikationen, både mot lågflygande mål och multipelmål.

Utvecklingen var färdig fyra år efter det att programmet fastställdes och leveransproven knappt ett år därefter. Totala utvecklingskostnaden för robotavdelningen i Filton var endast 10 miljoner pund.

När Bristol/Ferranti fick uppdraget att utveckla Bloodhound 2, gav Ministry of Supply uttryck för övertygelsen att det skulle bli ett förträffligt system. Det visade sig bli så. I Schweiz var det i drift 1964-1999, i Storbritannien 1964-1991 och i Sverige 1964-1978. Dess långa livstid, över trettio år, och dess exportframgångar visade hur hållbara idéerna bakom det var.

