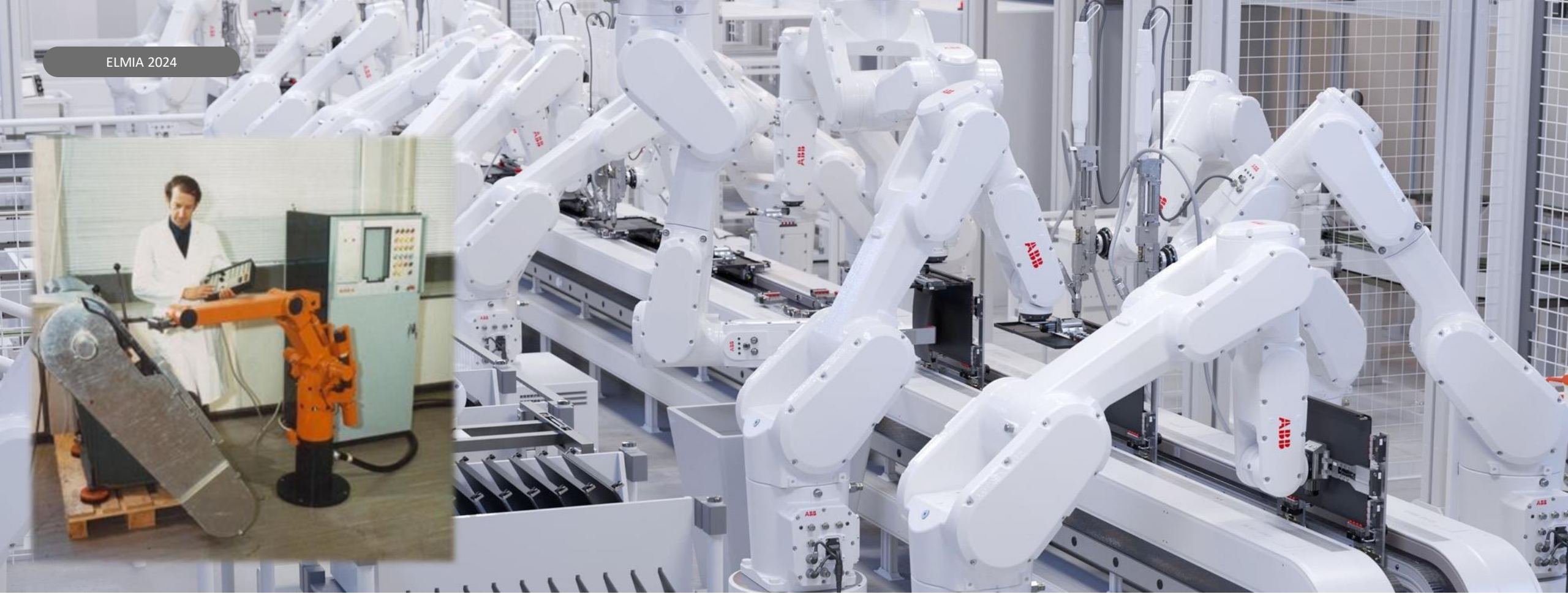


ELMIA 2024



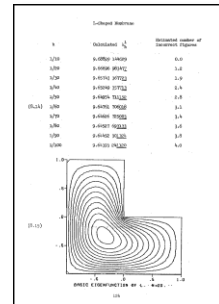
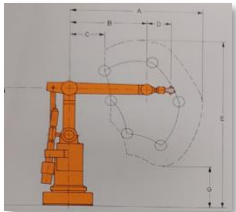
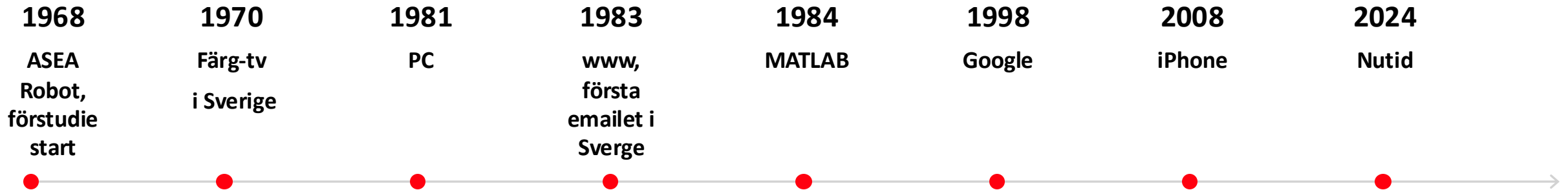
ASEA/ABB Robotics 50 år

Från pionjär 1974 till världsledande

Hans Skoog, fd CTO, ABB Robotics



En tidsresa

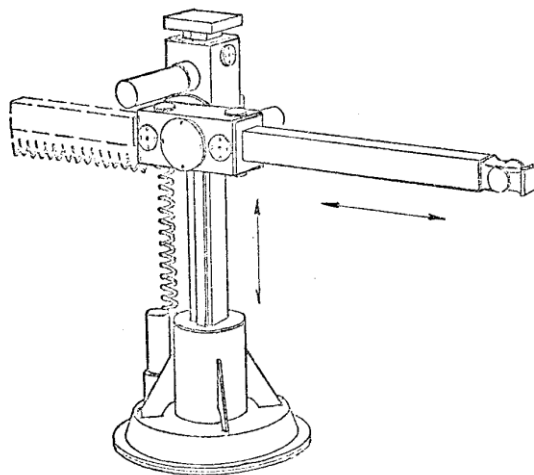


Räknesticka, ElFyMa handboken, Räknesnurra, 6-siffriga tabeller.... gällde 1968.

ASEA var inte först 1968!

Två typer var vanliga, alla var hydraulisk eller pneumatiskt drivna

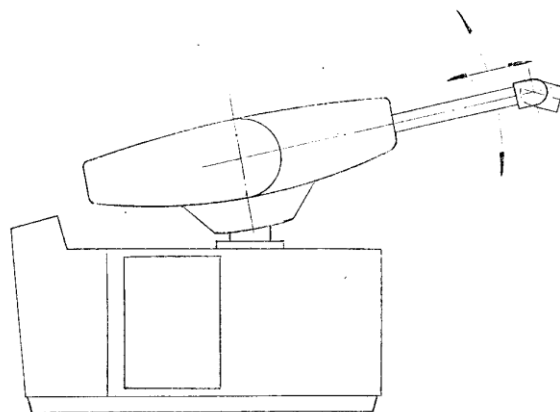
CYLINDERKOORDINATER



Fördelar: Radial och vertikalkoordinaterna okopplade
- lätt att söka vertikalt

Lätt modifierbar

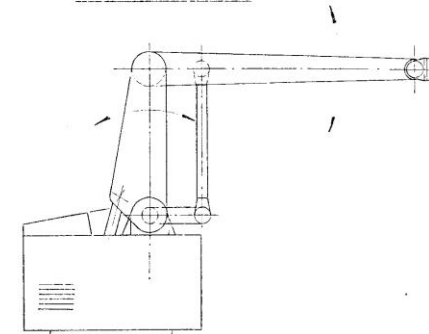
POLÄRA KOORDINATER



Fördelar: Lägre vikt än cylinderkoordinater tar
liten plats

Lägre effektbehov än cylinderkoordinater

ANTROPOMORFA KOORDINATER



Fördelar: Låg vikt / kräver låg effekt
Lågt pris
Hög styvhet
Inga glidrörelser
Inga exponerade ytor som måste skyddas
Lätt utbyggbar till högre lyftkapacitet
Tar liten plats
Lätt balansera för tyngdkrafter
Modulerbar - med vinkelkompensation
som ASEA är ensam om
Lätt att tillverka
Alla drivpaket skyddade

Drivsystem?

Hydraulik

- Stor kraft
- Lätt att reglera

Men.....

- Effektkrävande
- Läcker olja
- Måste varmköras
- Slitage

Eldrift

- Tyst
- Litet effektbehov

Men

- **Går det att lösa tekniskt?**
- Kraftelektronik?
- Elmotor?
- Utväxling rotation till linjär?
- Styrsystem?

Kraft till de elektriska servomotorerna?

Effekttransistorn

RCA lanserade 1967 världens första transistor som klarade mer än 1 A. RCA 2N3055, 15 A och 60 Volt.

1972 kunde därför ASEA använda den i sina **likströmsdrivdon**.

En teknisk förutsättning som gav IRB 6 dess världsledande mjuka och precisa rörelser.



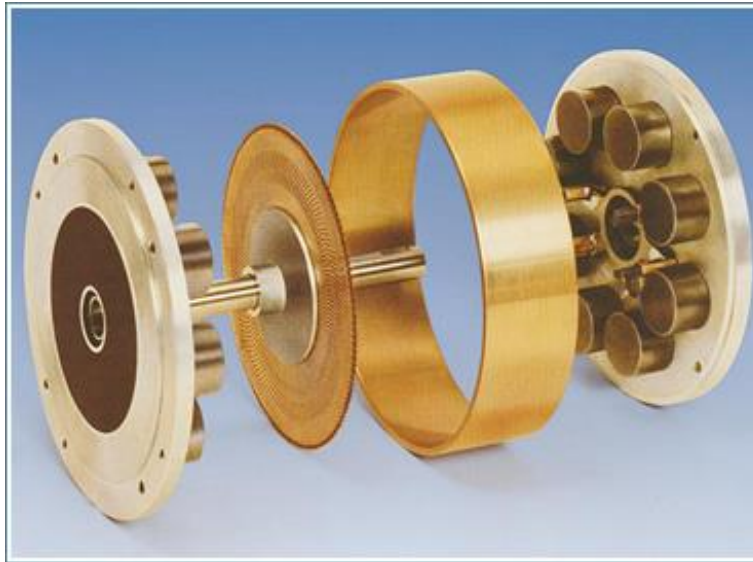
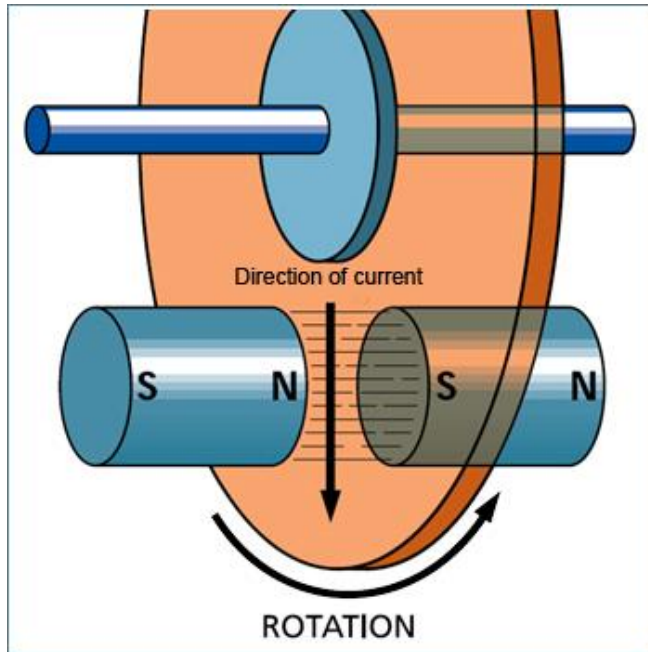
Hydraulik – Stegmotor – (elektrisk) Likströmsmotor

PCB motor – Rotorn en skiva med lågt tröghetsmoment.

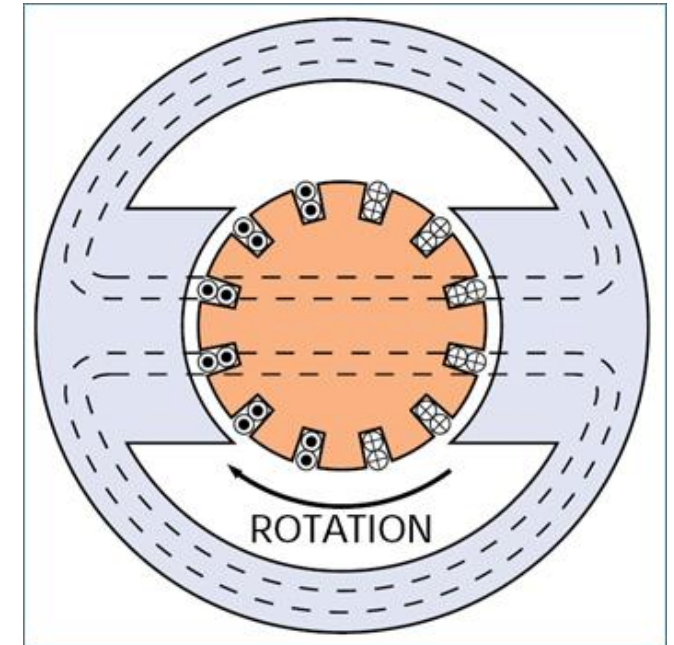
Konventionella servomotorer: cylindrisk rotor, längre, högre tröghet.

ASEA valde därför...

Elektrisk PCB motor



(Konventionell motor)



Utväxling 200 gånger i ett steg?

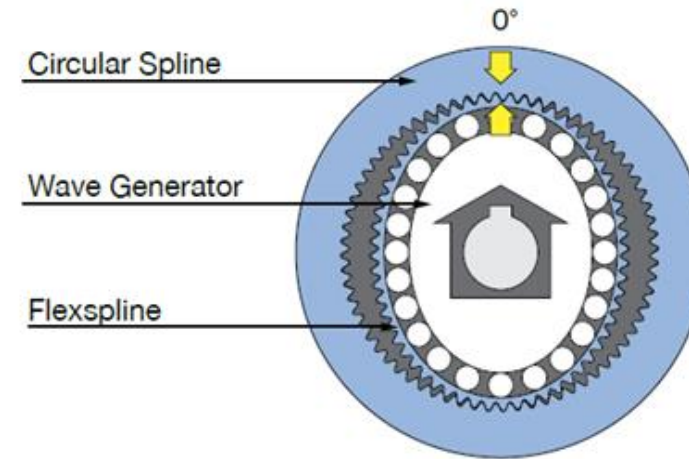
Lösning kompaktväxel (Harmonic Drive) och Kulskruvar.

Robot: 2 - 4 sek/varv

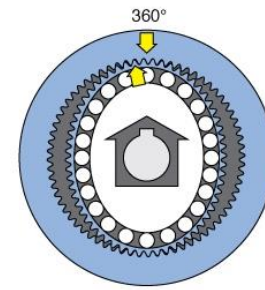
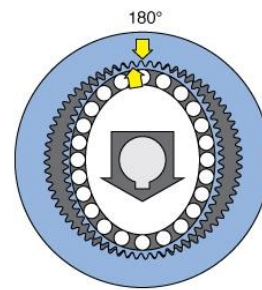
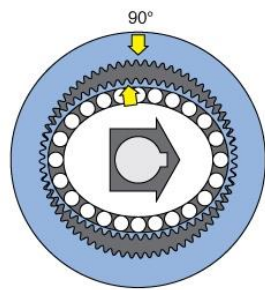
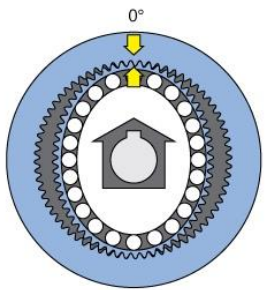
Elmotor: 25 - 50 varv/sek

Hur tekniskt lösa utväxlingen?

Kompaktväxeln, kom omkring 1970, stor glappfri utväxling



Bygger på principen att ett tunt inre tandat rör deformeras av "våggenerator", det yttre fasta röret har färre tänder, 200 mot 201.



Hjärnan i IRB 6 roboten

Mikroprocessorn Intel 8008

april 1972 , världens första 8 bitars

gjorde det möjligt att utveckla IRB6 med startbeslut juni 1972.

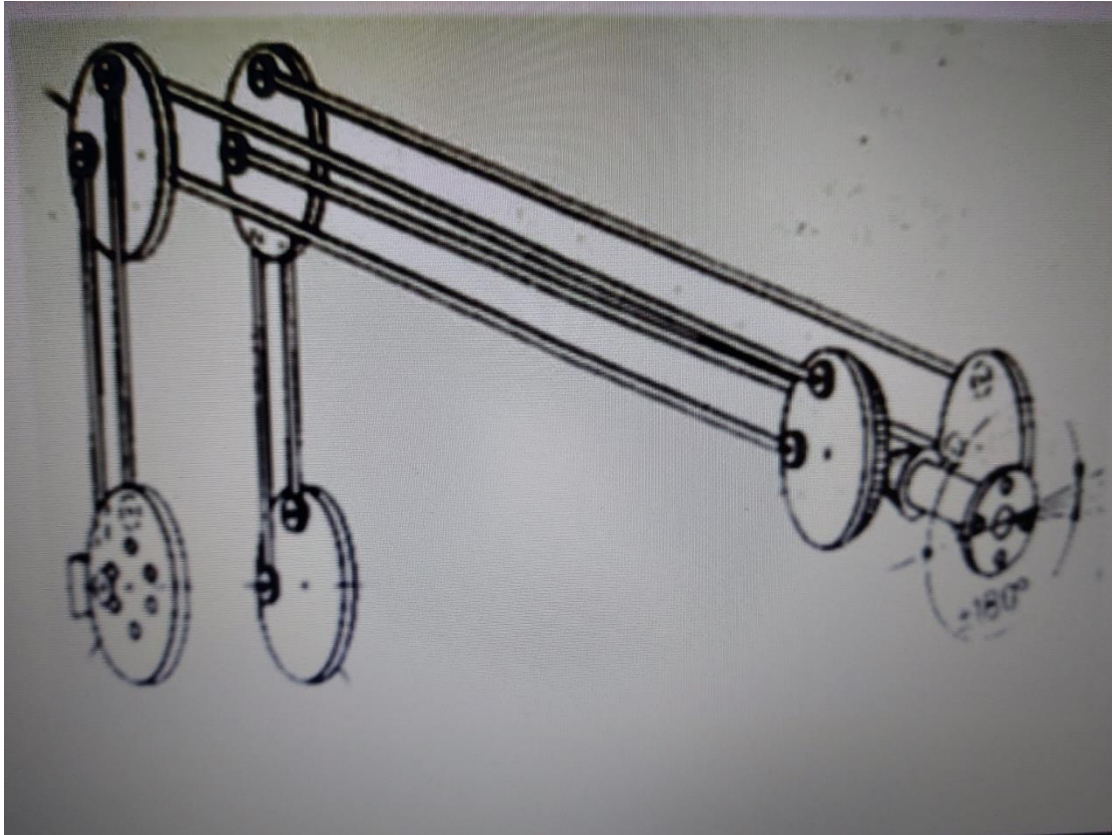
Kunde hantera villkorssatser (om A gäller så gör B, annars gör C).

Roboten var därmed i någon mening intelligent

Utan Intel 8008 hade det (nog) inte gått!

Handleden behåller orienteringen vid robotens rörelser, **drivmotorerna kan placeras vid kroppen.**

Patent IRB 6, kraftöverföring till handleden med länkstänger.



**Den "intelligenta" mekaniken,
Stomme i aluminium**

Samma lösning som i
gamla skrivbordslampor.



Vad hände sedan?

Familjen växer.

- 1975** IRB 60, **världens första** elektriska robot som hanterar 60 kg.
- 1978** IRB 60/punktsvets, **världens första** elektriska punktsvetsrobot.
- 1982** IRB 90, **världens första** elektriska 6-axliga punktsvetsrobot.
- 1984** IRB 1000, **världens snabbaste** 6-axliga robot.

1986, generationsskifte!

- 1986** IRB 2000, **världens första** robot med **AC motorer**.

ABB/ASEA världsledande robotfamilj 1985

ASEA var först att se och utnyttja den nya tekniken som möjliggjorde en intelligent elektrisk robot!



IRB 6

IRB 60

IRB 90

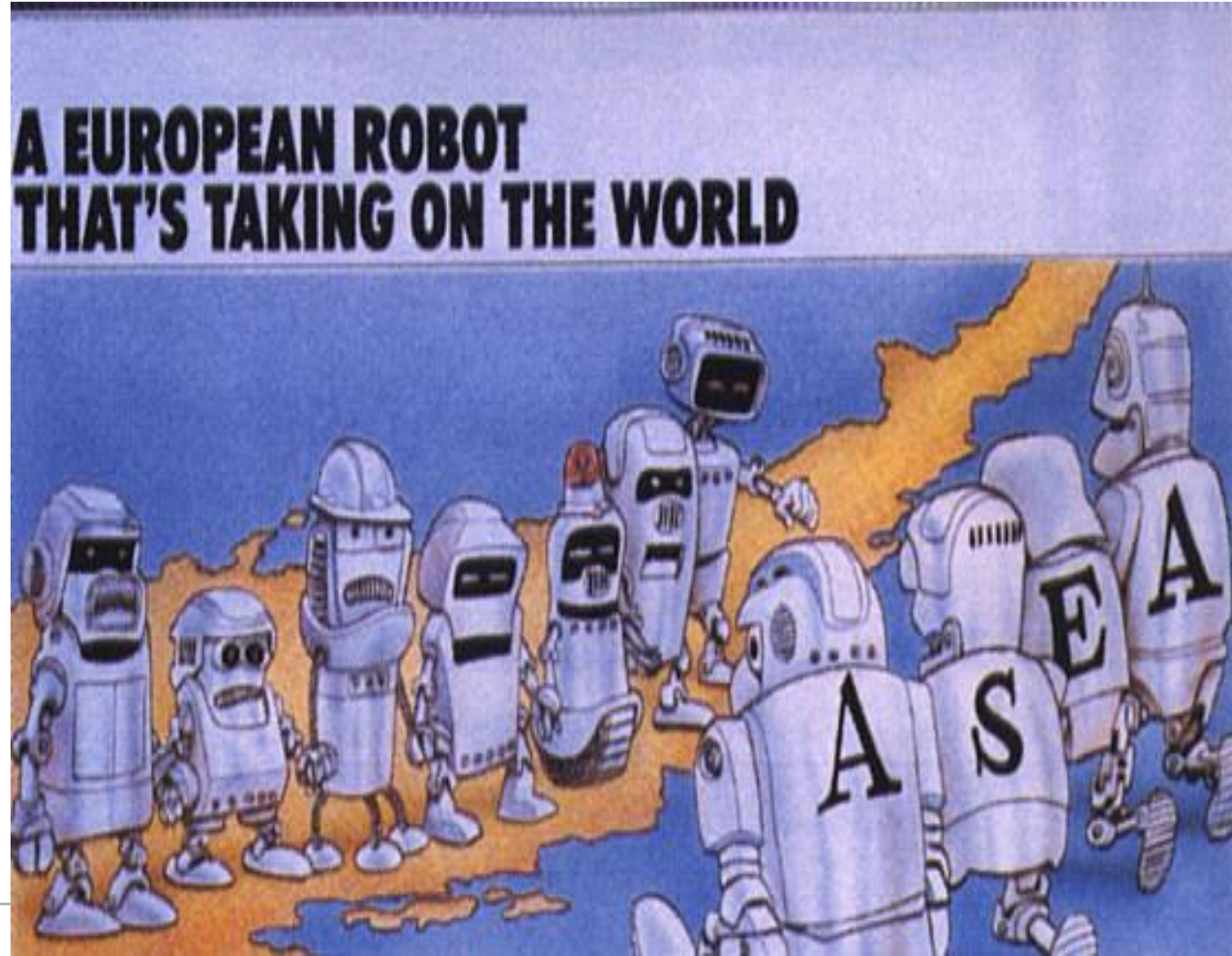
IRB 1000

Även intelligensen växer

- 1978** IRB världens första robot med KÄNSEL! Roboten kan känna sig fram och anpassa hastighet och rörelsemönster. (Var ADAPTIV mot omgivningen.)
- 1979** IRB blir världens första robot UPPKOPPLAD mot ett datornätverk.
Gjorde det möjligt att kundanpassa robotens rörelser till 1 000-tals varianter.
- 1981** IRB blir världens första robot med OLP (Off-Line- Programming)
Robotens instruktioner görs på en fristående PC och laddas senare in i roboten.
- 1982** S2 styrsystemet med enklare programmering.
Joystick, dialogspråket ARLA – båda först i världen.
- 1983** IRB världens första SEENDE robot med integrerad gråskalesyn.

Robotics växer också geografiskt

Japan 1983



Från pionjär 1974 till världsledande 1986

Robotics Industry Market Share - Worldwide 1986

Company	Total Revenue MUSD	Market Share by Revenue
ABB	190.0	11.2%
GMF	186.2	11.0%
Yaskawa	111.0	6.5%
Matsushita	100.0	5.9%
Cincinnati	79.7	4.7%
Kawasaki	76.0	4.5%
Toshiba	73.3	4.3%
Cloos	70.0	4.1%
Nachi	64.0	3.8%
Fanuc	60.0	3.5%
Unimation	51.8	3.0%
KUKA	50.0	2.9%
Hitachi	36.0	2.1%
Others	550.7	3
Total	1,698.7	10

Source: Dataquest 10/87



Projektledare Björn Weichbrodt

och delar av återsamlade utvecklingsteamet 2023



ASEA/ABB levererade
totalt 7000 IRB 6.
1974 - 1991
Blev trendsättande och
kopierades av många
konkurrenter.
**“Världens första
mikroprocessorstyrda
elektriska robot.”**
Projektet genomfördes av
18 utvecklingsingenjörer
på två år.



Vad hände sedan?

IRB 6, världens första mikrodator styrda elektriska robot

En **"intelligent mekanik"** som löste begränsningarna i

- kraftelektroniken
- datorkapacitet (beräkningsförmågan)

1986

IRB 2000, den **"obegränsade"** roboten

Mekaniken kunde utformas fritt

- AC drift med **"obegränsad"** effekt
- styrsystemet S4 med **"obegränsad"** beräkningskapacitet (intelligens)

Innovationer är fortfarande grunden 2024

ABB Robotics fortfarande en ledare i branschen!

ABB

Projektläge april 1972, mycket öppet!

Om den uppställda målsättningen uppnås blir ASEAs robotar överlägsna dagens konkurrenter inom följande områden:

1. Funktionsmodulisering - resulterande i mycket förmånlig prisbild.
2. Flexibilitet - genom modernt styrsystem.
3. Prestanda - genom styvare och lättare mekaniskt system.

Alla alternativ till driv-, styr-, regler- och mekaniskt system som bedömts rimliga har undersökts.

En ny mekanisk systemuppbyggnad har valts, baserad på antropomorfa koordinater, som bedöms ge väsentliga fördelar.

Den mekaniska konstruktionen medger en hög grad av modulisering med bibehållande av goda mekaniska prestanda.

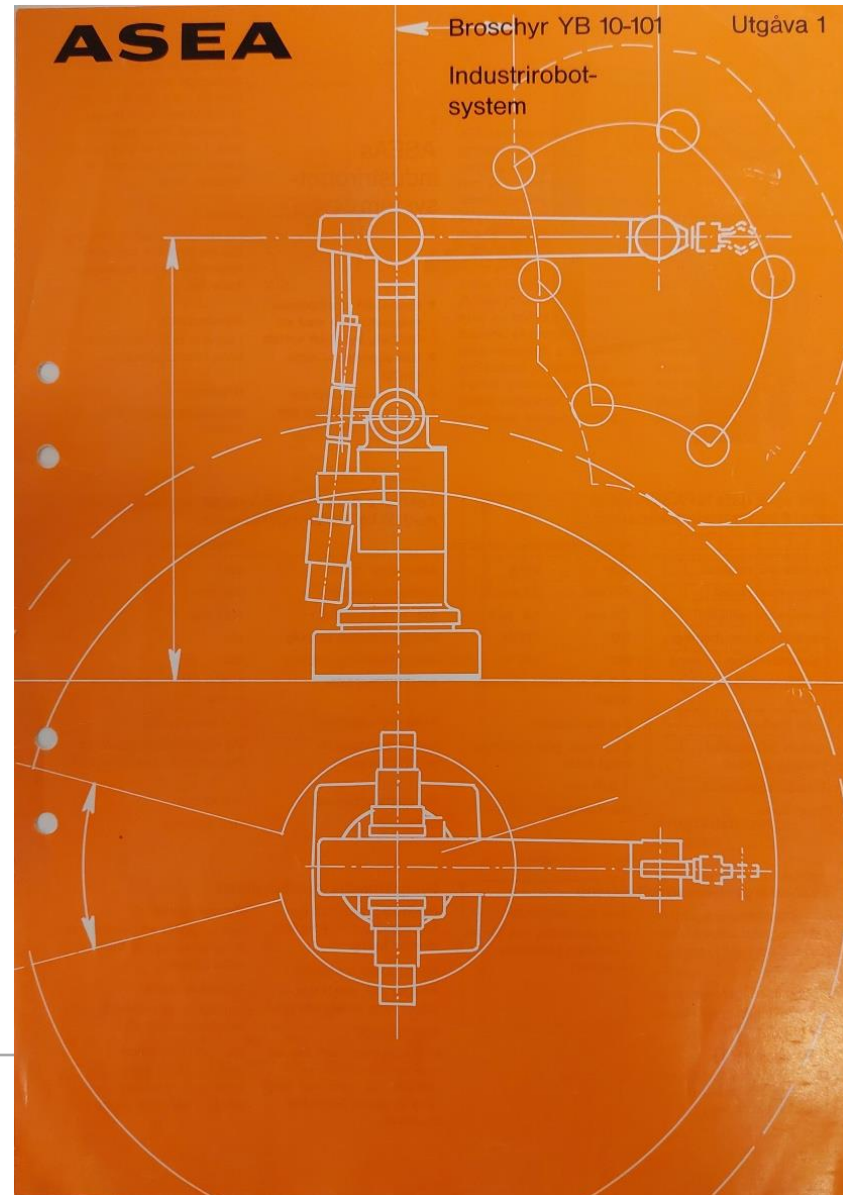
Två typer av drivsystem, elektriskt och elektrohydrauliskt, har framkommit. Båda är tekniskt acceptabla. Provning av båda har påbörjats. Underlag för val av drivsystem planeras föreligga 15 juni 1972.

Den mekaniska konstruktionen medger senare inkorporering av ASEAs nya högeffektsstegmotor. En framtida stegmotordriven robot skulle kunna bli mycket attraktiv både från pris- och prestandssynpunkt.

Koordinatsystem	K1	(Cylinderkoordinater)
	K2	Antropomorfa koordinater
	K3	(Polära koordinater)
Drivsystem	D1	Likströmsmotor drift
	D2	Hydrauldrift
	D3	Stegmotordrift
	D4	(Linjär stegmotor)
	D5	(Linjär induktionsmotor)
	D6	Pneumatik med mekaniska stopp
Styrsystem	S1	ASEA digital elektronik med minne
	S2	(Köpt minidator)
	S3	Sekvensdon (elmekaniskt eller digital elektronik)

Första produktbroschyren

IRB 6, oktober 1973



Fokus på tekniska detaljer, men hur används den?

ASEAs industrirobot-system



- Ekonomisk produktionsautomatisering med ett flexibelt, byggbart system
- Helt elektriskt – miljövänligt
- Omfattande programmeringsmöjligheter ger stor användbarhet

ASEAs industrirobot-system är uppbyggt av ett antal funktionspaket som kan byggas ihop på olika sätt för att ge en robot med egenskaper anpassade efter speciella krav. I sitt första utbyggnadsskede består systemet av följande delar:

Robot
två storlekar, med väsentligen lika konstruktion, och med 6 respektive 30 kg hanteringskapacitet.

Styrutrustning
i separat skåp, lika för de båda robotstorlekarna.

Gripdon
anpassade efter tillämpningen.

Tekniska data för ASEA-robot med 6 kg hanteringskapacitet

	Arbetsområde	Max. hastighet
Arm rörelse, rotation	330°	95°/s
Arm rörelse, radiell	575 mm	0,7 m/s
Arm rörelse, vertikal	700 mm	1,0 m/s
Handledsrörelse, böjning	180°	115°/s
Handledsrörelse, vridning	360°	175°/s
Antal frihetsgrader	3–5 st	exklusive gripfunktioner
Antal gripfunktioner	2 st	individuella
Hanteringskapacitet inklusive gripdon	6 kg	(max. gripdonslängd enligt bild)
Repeternoggrannhet	± 0,20 mm	
Drivsystem	Helt elektriskt	

Tekniska data för styrutrustning

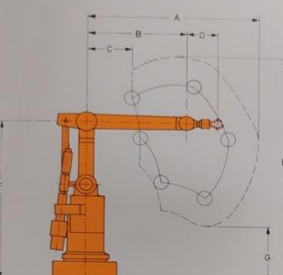
Antal program	4 st i programminne. Kan utökas med kassettbandspelare.
Antal signalgångar	16 st (användes t.ex. för att invänta startsignaler från betjänade maskiner).

Tekniska data för ASEA-robot med 30 kg hanteringskapacitet

	Arbetsområde	Max. hastighet
Arm rörelse, rotation	330°	95°/s
Arm rörelse, radiell	950 mm	
Arm rörelse, vertikal	1150 mm	
Handledsrörelse, böjning	180°	
Handledsrörelse, vridning	360°	
Antal frihetsgrader	3–5 st	exklusive gripfunktioner
Antal gripfunktioner	2 st	individuella
Hanteringskapacitet inklusive gripdon	30 kg	(vid normal hastighet; 60 kg vid reducerad hastighet)
Repeternoggrannhet	± 0,40 mm	
Drivsystem	Helt elektriskt	

Programmeringsmöjligheter

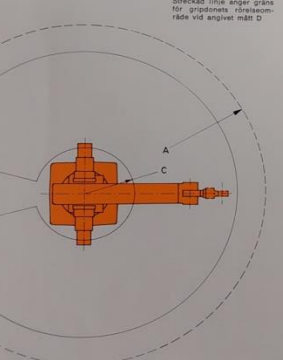
Punkt-till-punkt- och kurvinjestyrt programmering med programavsnitt ett bestämt antal gånger.	Repetitionsfunktion ger möjlighet att repetera ett programavsnitt ett bestämt antal gånger.
Rätlinjestyrd sökfunktion medger t.ex. plockning ur stapel med varierande höjd.	Mönsterfunktion underlättar programmering av mönsterplockning.
Hoppfunktion vilkorygt hopp inom samma eller till annat program — medger t.ex. samtidigt betjäning av osynkroniserade maskiner.	Korrigeringsfunktion medger på ett enkelt sätt ändringar, raderingar och tillägg i befintligt program.



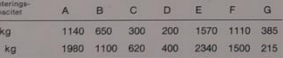
ASEAs industrirobot-system är byggt för att klara av både dagens vanliga tillämpningar, dvs. betjäning av produktionsmaskiner genom punkt-till-punkt-hantering mellan fixa positioner, och mera krävande uppgifter som kräver att behöva automatiseras i 70-talets verkstäder. Roboten har därför försetts med en styrutrustning baserad på modernaste halvledarteknologi, som medger omfattande programmerbarhet. Avancerade styrfunktioner reducerar behovet av dyrbart kringutrustning.

Systemet har i basutförande tre frihetsgrader: rotations-, höj/sänk- och ut/in-rörelse, men kan utbyggas till fem frihetsgrader genom tillägg av handledsmanövrering (vrid- och böjrörelse).

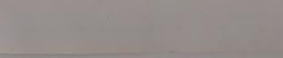
Roboten har försetts med mekanik och drivdon som medger snabb manövrering med hög precision och stabilitet. Den har helt elektrisk drift, vilket ger ren och tyst operation. Roboten är separerad från styrutrustningen, vilket ger hög flexibilitet i uppställningen och möjligheter till placering i svår miljö.



Heldragen linje anger gräns för handledens rörelseområde. Streckad linje anger gräns för gripdonets rörelseområde vid angivet mått D.



Robot med hanteringskapacitet	A	B	C	D	E	F	G
6 kg	1140	650	300	200	1570	1110	385
30 kg	1980	1100	620	400	2340	1500	215



Robot med hanteringskapacitet

A	B	C	D	E	F	G
1140	650	300	200	1570	1110	385
1980	1100	620	400	2340	1500	215

Systemet har i basutförande tre frihetsgrader: rotations-, höj/sänk- och ut/in-rörelse, men kan utbyggas till fem frihetsgrader genom tillägg av handledsmanövrering (vrid- och böjrörelse).

Roboten har försetts med mekanik och drivdon som medger snabb manövrering med hög precision och stabilitet. Den har helt elektrisk drift, vilket ger ren och tyst operation. Roboten är separerad från styrutrustningen, vilket ger hög flexibilitet i uppställningen och möjligheter till placering i svår miljö.



Programmerings-enheten

är bärbar för att underlätta programmering av roboten. är inkopplingsbar både på styrskåp och robot, kan användas för flera robotar, användes även för manuell manövrering av roboten.

Nyckelteknologier som möjliggjorde IRB 6

Antropomorfa* mekaniken, höll handledsorienteringen konstant.

Gjorde att mikrodatorn inte behövde räkna så mycket.

Högeffekttransistorn för motorernas drivning.

Första effekttransistorn, 60 Volt 15 A, RCA 2N3055 kom 1967.

Möjliggjorde snabb och precis reglering av axelmotorer.

Harmonic Drive, kompakt glappfri växellåda, hög utväxling i ett steg.

Gjorde att motorerna blev mindre då mindre krav på högt vridmoment.

Pannkaksmotorn, kompakt likströmsmotor, lågt tröghetsmoment.

Gav snabb acceleration och retardation tack vare lite lagrad rörelseenergi.

Mikroprocessorn Intel 8008 som blev tillgänglig 1972.

Världens första 8 bitars mikroprocessor, lanserades april 1972.