

Die 3 Grundfunktionen der AUTOMATISIERUNG

1. STEUERN

Einfache Bearbeitungsvorgänge werden häufig „gesteuert“.

Beispiele aus dem Haushalt: Einfacher Toaster, Eierkocher, Aufwärmen mit der Mikrowelle

Beispiele aus der Industrie: Kreissäge, Presse, Stanzmaschine...

2. REGELN

Immer, wenn Störgrößen einen Prozess stark beeinflussen können, ist eine **Regelung** notwendig!

Beispiele aus dem Haushalt: Raumheizung, Kühlschrank, ...

Beispiele aus der Industrie: Durchflussregler in einem Kraftwerk, Drehzahlregler bei einem Antriebsmotor, Feinpositionierung, ...

Typisch für die Regelung ist die Rückführung eines „Istwertes“, der Vergleich mit einem „Sollwert“ und das „Nachregeln“ einer „Stellgröße“. Durch die Messung und Rückführung einer Regelgröße spricht man auch von einem geschlossenen Regelkreis.

3. VISUALISIEREN

Um Systeme beobachten und notfalls auch eingreifen zu können, wird eine VISUALISIERUNG benötigt.

Beispiele aus dem Haushalt: Überwachungskamera kombiniert mit Türöffner, Bedienfeld der Heizungsanlage, ...

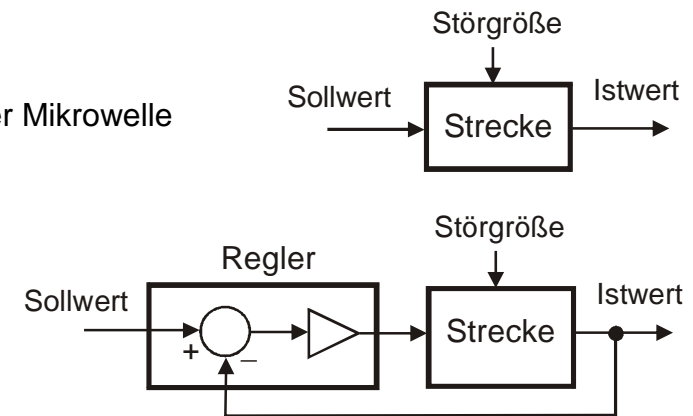
Beispiele aus der Industrie: Leitwarte eines Kraftwerkes, Verkehrsüberwachung, moderne CNC-Maschine, ...

Hauptaufgabe eines Visualisierungssystems ist es also, eine komfortable Mensch-Maschine-Schnittstelle zu schaffen (Fachjargon: „**HMI**“ = Human – Machine – Interface).

Komplexe Visualisierungssysteme können darüber hinaus auch Prozessdaten verarbeiten und speichern, Alarme auslösen und in einer Datenbank protokollieren. Sie nutzen alle modernen Kommunikationsmöglichkeiten (z.B. WLAN, GSM, Internet, ...)

Alle drei Grundfunktionen werden heute von geeigneten **Automatisierungsgeräten** übernommen. Im Fachjargon spricht man dabei oft vereinfachend nur von einer „**Steuerung**“. Es werden heute fast zu 100% elektrische Steuerungen eingesetzt. Mechanische, hydraulische oder pneumatische Steuerungen spielen kaum eine Rolle mehr (nicht zu verwechseln mit ihrem Einsatz in der AKTORIK!).

Die technischen Ausführungen elektrischer Steuerungen gehen von der einfachen verbindungsprogrammierten Schützsteuerung über Mikrocontroller-Lösungen bis hin zur SPS, zum PC und zum Großrechner.



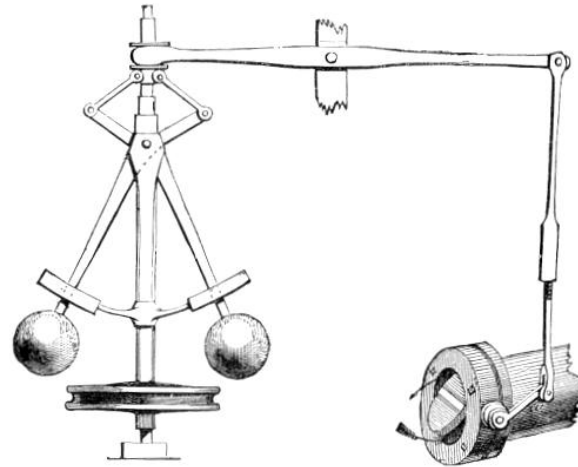
Nichtelektrische Steuerungen (1)

MECHANISCHE, PNEUMATISCHE, HYDRAULISCHE STEUERUNGEN

VT: Günstig, wenn gleichartige Aktorik schon vorhanden ist und bei einfachen Steuerungen.
Keine Probleme im EX-Bereich

NT: Verschleiß, langsam, nicht für komplexe Steuerungen.
Teuer, da meist Einzellösung, unflexibel

BEDEUTUNG stark abnehmend!



Elektrische Steuerungen (1)

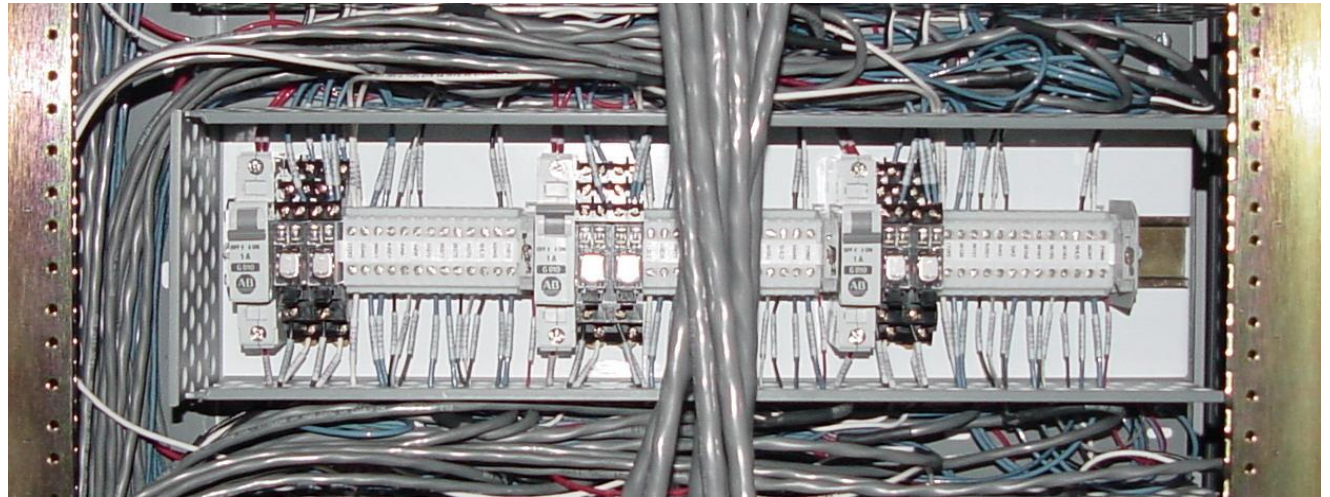
VERBINDUNGSPROGRAMMIERTE STEUERUNGEN

a) KONTAKTBEHAFTET

z.B. einfache Schützschaltung

VT: Preiswert bei einfachen Aufgaben

NT: Kontaktverschleiss, langsam (ms),
hoher Verdrahtungsaufwand
hoher Änderungsaufwand
Kontaktprellen



b) KONTAKTLOS

Entwicklung eigener Hardware notwendig

z.B. Platine mit Standardbausteinen (links)
(Gatter, FlipFlops, etc.)

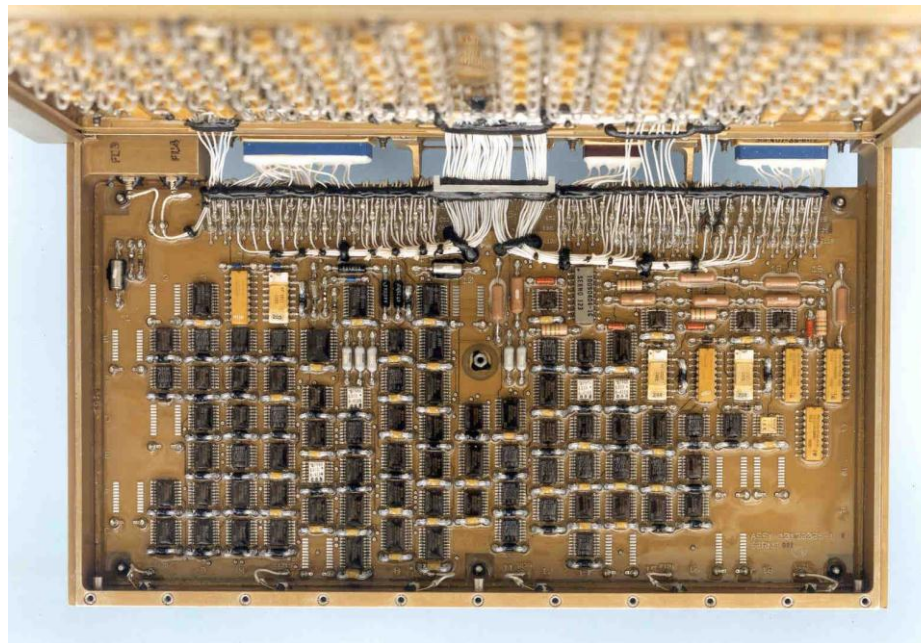
VT: sehr schnell (ns), preiswert
bei hohen Stückzahlen

NT: hoher Änderungsaufwand durch
eigene spezielle Hardware

Digitale Funktionen werden heute aber
zunehmend integriert in

Programmierbaren Logikbausteinen
wie GAL, EPLD, o.ä. (rechts)

VT: sehr schnell (ns), preiswert
bei hohen Stückzahlen, flexibler bei
Änderungen als Standardbausteine



Elektrische Steuerungen (2)

c) SPEICHERPROGRAMMIERBARE STEUERUNG (SPS)

VT: Standard-Hardware mit eigenem Betriebssystem, echtzeitfähig (ms) flexibel (leicht umprogrammierbar) Standardschnittstellen (Feldbus!)

NT: Langsamer als b) oder d) (ms) Teurer als d) bei hohen Stückzahlen

Varianten:

- Klein-SPS (LOGO, TWIDO, ...)
- Modulare SPS (S7-300, S7-400...)
- Einsteck-SPS (für PC)
- Soft-SPS (nur als Programm am PC)

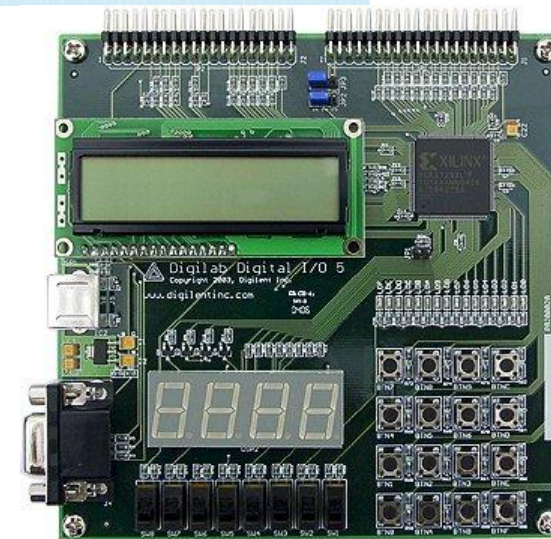
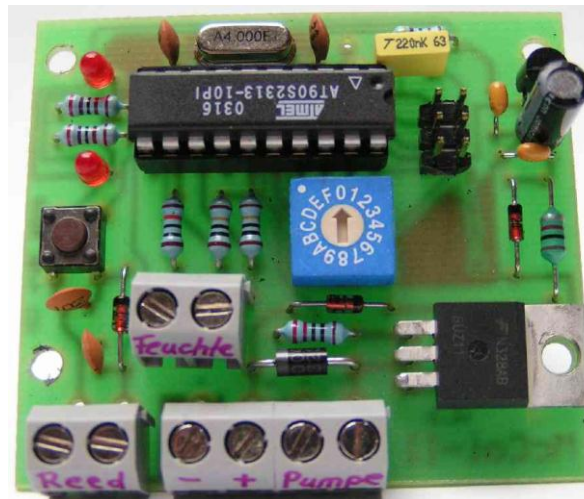


d) FREI PROGRAMMIERBARE STEUERUNG mit Mikroprozessor

Lösung mit einem geeigneten Mikroprozessor (z.B. mit Mikrocontroller oder DSP) auf meist eigener Hardware

VT: relativ schnell (μ s), klein, preiswert, bei mittleren u. hohen Stückzahlen; flexibel (leicht umprogrammierbar)

NT: kein eigenes Betriebssystem, daher höherer Programmieraufwand als bei einer SPS. Braucht meist zusätzl. Interfaces



Elektrische Steuerungen (3)

e) FREI PROGRAMMIERBARE STEUERUNG AUF PC-BASIS

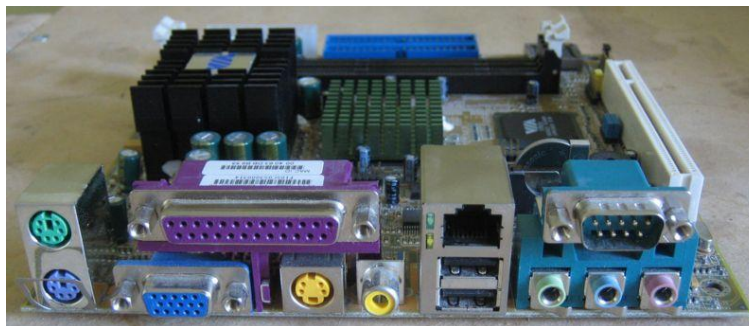
VT: Preiswerte Standard-Hardware mit eigenem Betriebssystem flexibel (leicht programmierbar) Standardschnittstellen, gut geeignet für Visualisierungsanwendungen hohe Rechenleistung

NT: Langsamer als b) oder d) (ms) Nicht echtzeitfähig (wenn reine Softwarelösung), nicht betriebs sicher, Hardware veraltet schnell, Feldbusankopplung nur über eigene Hardware oder als IPC. Probleme bei Stromausfall Hohe Verlustleistung und Bootzeit

Robustere Variante als "Büro-PC":

IPC (*Industrie-PC, siehe rechts*)

Oft als 19 – Zoll Einschub, gut geschützt (z.B. IP 54), ev. auch als Touch-Panel-PC. Staub-, Feuchtigkeits- vibrationsfest Meist ältere (bewährte) Standard-CPU's Auch als OEM-Bausteine erhältlich (z.B. als Mini-IPX-Board 17x17cm, Bild rechts).



Auswahlkriterien für Steuerungen

Gruppe	Steuerung	Vorteile	Nachteile	Bevorzugter Einsatz
Rein pneumatische oder hydraulische Steuerung		u.U. keine zusätzliche Elektrik notwendig	Nur für einfache log. Verknüpfungen Reaktionszeit: 100 ms - s	Einfache Anwendungen, Einsatz im Ex-Bereich Heute kaum mehr ohne elektr. Steuerung
Elektrisch verbindungsprogrammiert	Kontaktbehaftet: Schützschialtung	Preiswert bei einfachen Lösungen und wenn sowieso Leistungsschütze notwendig	Unflexibel, u.U. hoher Verdrahtungsaufwand Reaktionszeit: ms	Einfachste elektr. Steuerungen
Elektrisch verbindungsprogrammiert	Kontaktlose Digitaltechnik Standardbausteine oder integriert (FPGA, GAL, EPLD...)	Sehr schnelle Reaktionszeit: ns (echtzeitfähig). Geringe Hardwarekosten bei hohen Stückzahlen	Unflexibel va. bei Lösungen mit Standardbausteinen Mittlere bis hohe Entwicklungskosten	Sehr schnelle Steuerungen und/oder hohe Stückzahlen.
Elektrisch speicherprogrammiert	Programmierbare Kleinststeuerung. (LOGO, S7-200, Easy, Twido, ...)	Fertige preiswerte Standardhardware (echtzeitfähig). Gute Programmierunterstützung	Reaktionszeit: ms Oft nicht erweiterungs- oder kommunikationsfähig	Als Ersatz für Schützschialtungen. Einfache Steuerungen f. Maschinen od. im Haus
Elektrisch speicherprogrammiert	Modulare Industrie-SPS (S7-300, S7-400, ...)	Fertige Standardhardware (echtzeitfähig). Gute Programmierunterstützung und Kommunikationsfähigkeit	Reaktionszeit: ms Hardware teuer	Für mittlere bis komplexe Maschinen- u. Anlagensteuerungen und Regelungen
Elektrisch frei programmierbar	Lösung mit Mikrocontroller (PIC, ATMEL, ...)	Sehr preiswert und gleichzeitig flexibel, klein. Reaktionszeit: μ s-ms; auch mit Analogeingängen bzw. mit Standardschnittstellen	Echtzeitfähig nur bei entsprechender Programmierung (z.B. RTOS)	„Embedded Controls“ in Geräten, Kfz-Bereich, etc. v.a. für Einzelbitverarbeitung und einfachere Steuerungen
Elektrisch frei programmierbar	Lösung mit DSP (Digitaler Signalprozessor, z.B. von Motorola, TI, etc.)	Preiswerte Hardware (bei hoher Stückzahl); flexibel und echtzeitfähig; sehr schnell (ns- μ s)	Komplizierte Programmierung (ASM oder C)	Für schnelle Steuerungen / Regelungen; Signalverarbeitung im Audio- u. Videobereich
Elektrisch frei programmierbar	Lösung mit CISC-Prozessorplatine (z.B. mit Pentium-CPU) bzw. als Industrie-PC	Windows/Linux einsetzbar, Standardschnittstellen, oft auch mit hoher Schutzklasse verfügbar	Normalerweise nicht echtzeitfähig, teurer als Standard-PC;	Steuerungen mit hoher Rechenleistung und/oder hohem Speicherbedarf und/oder Visualisierung/Datenbankanbdg.
Elektrisch frei programmierbar	Lösung mit Standard-PC	Preiswerte, leistungsfähige Hardware, Windows/Linux einsetzbar, Standardschnittstellen	Normalerweise nicht echtzeitfähig; Feldbusanbindung u. Messwerterfassung nur über Zusatzhardware möglich	Steuerungen mit hoher Rechenleistung und/oder hohem Speicherbedarf und/oder Visualisierung/Datenbankanbdg.

Normen bzgl. der Sicherheit (elektr. Sicherheit, Maschinensicherheit, Schutzklasse, etc.) sind ggf. bei der Bewertung zu berücksichtigen!

Bewertungsmatrix und Variantenvergleich zur Auswahl einer Steuerung (1)

Mögliche Kriterien (beispielhafte Liste):

Geringe Gesamtkosten (TCO):	Hardwarekosten, Verdrahtungs-, Programmier-, Testaufwand, QS-Kosten, Dokumentationskosten, ...?
Standardisierte Hardware:	Nachkauf bei Defekt möglich, vom Auftraggeber bevorzugt, ev. schon vorhanden, Entwicklungsunterstützung...?
Flexibilität:	Leicht änderbar, erweiterbar („skalierbar“), ...?
Kommunikationsfähigkeit:	Kommunikation mit anderen Steuerungen notwendig? Wie? Feldbus, I ² C, USB, RS-232, RS-485,...?
Intelligenz und Zeitverhalten:	Notwendige Rechenleistung, Speicherbedarf, komplexe Regelalgorithmen oder Visualisierung notwendig, Echtzeitfähigkeit bzw. minim. Reaktionszeit gefordert?
Notw. Interfaces vorhanden:	Anbindung an die Peripherie (Spannungsart AC/DC, Strombedarf), ev. analoge Schnittstellen notwendig, ...?
Einfache Stromversorgung:	Was ist vorhanden oder gefordert, gesamter Strombedarf, Batteriebetrieb, ...?
Zuverlässigkeit u. Sicherheit:	Zuverlässigkeit, Einhaltung v. Sicherheitsnormen, Schutzart, Ex-Bereich, Temperatur- und Klimaanforderungen, ...?
Geringe Baugröße:	Einbau in Gerät, Kfz oder Schaltschrank, mechanische Abmessungen vorgeben, ...?

...

Bewertungsmatrix (Beispieltabelle):

		GK	HW	FL	KF	IZ	IF	SV	SI	BG		Anzahl d. Plus
Geringe Gesamtkosten (TCO)	GK	X										
Standardisierte Hardware	HW		X									
Flexibilität	FL			X								
Kommunikationsfähigkeit	KF				X							
Intelligenz und Zeitverhalten	IZ					X						
Notw. Interfaces vorhanden	IF						X					
Einfache Stromversorgung	SV							X				
Zuverlässigkeit und Sicherheit	SI								X			
Geringe Baugröße	BG									X		

Bewertungsmatrix und Variantenvergleich zur Auswahl einer Steuerung (2)

Variantenvergleich (Beispieltabelle):

Kriterium		Gewichtung	Klein-SPS		Mikrocontroller		Schützsteuerung		Bemerkung
			BewPkte	BewZahl	BewPkte	BewZahl	BewPkte	BewZahl	
Geringe Gesamtkosten (TCO)	GK								
Standardisierte Hardware	HW								
Flexibilität	FL								
Kommunikationsfähigkeit	KF								
Intelligenz und Zeitverhalten	IZ								
Notw. Interfaces vorhanden	IF								
Einfache Stromversorgung	SV								
Zuverlässigkeit und Sicherheit	SI								
Geringe Baugröße	BG								
SUMME:	---	---	---		---		---		

Anleitung:

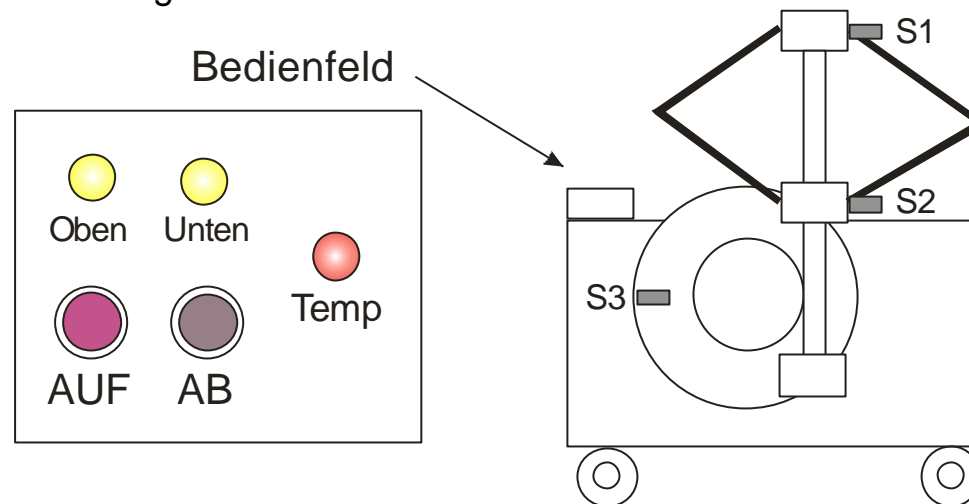
1. In der Bewertungsmatrix alle wichtigen Kriterien für genau dieses Projekt festlegen und die nicht wichtigen rauswerfen!
2. In jeder Zeile der Bewertungsmatrix jedes Kriterium mit den anderen vergleichen. Wenn es wichtiger als das in der jeweiligen Spalte ist, ein PLUS eintragen, sonst ein MINUS. In der Spalte „Anzahl der Plus“ diese zeilenweise summieren. Die Anzahl der Plus ergeben die Zahl für die *Gewichtung* in der Tabelle „Variantenvergleich“
3. In der Spalte „Bewertungspunkte“ werden f. jede Lösungsvariante Punkte vergeben- je besser geeignet, desto mehr (z.B. 1-5).
4. Bewertungszahl = Bewertungspunkte x Gewichtung der Zeile
5. „Sieger“ ist die Variante mit der höchsten Spaltensumme in der Spalte Bewertungszahl.

ACHTUNG: Kriterien so formulieren (positive Formulierung), dass bei besserer Eignung bzw. den besseren Eigenschaften mehr Punkte vergeben werden! Also z.B. ZUVERLÄSSIGKEIT statt STÖRANFÄLLIGKEIT als Kriterium wählen!

ÜBUNGSBEISPIEL zur Auswahl einer elektrischer Steuerung mittels Bewertungsmatrix

Aufgabenstellung:

Ein fahrbares elektrisches Hubwerk soll in einer Kleinserie (20 Stück) hergestellt werden und benötigt eine elektrische Steuerung. Das Gerät wird von 24V (DC) Akkus versorgt. Ein 500 W-Gleichstrommotor treibt über eine Spindel ein Scherenhubwerk. Die Bedienung erfolgt durch zwei Tasten AUF und AB. Zwei Endschalter OBEN und UNTEN (S1, S2) verhindern ein Überfahren der Endstellungen. Zwei gelbe Signallampen zeigen das Erreichen der Endpositionen an. Ein einfacher Temperatursensor (Bimetallschalter S3) überwacht die zulässige Motortemperatur. Wird sie überschritten, darf sich der Antrieb nicht mehr bewegen und eine rote Störungslampe (Temp) wird eingeschaltet. Sonstige Randbedingungen sind: mind. IP44, Temperaturbereich 0° bis 40° C, Vibrationsfestigkeit, hohe Zuverlässigkeit.



In einer ersten Abschätzung wurden bereits 3 Steuerungstypen in die engere Wahl gezogen: Eine Klein-SPS (LOGO!), eine Lösung mit eigener Mikrocontroller-Hardware und eine verbindungsprogrammierte Steuerung mit Schützen. Finden Sie mit Hilfe der Bewertungsmatrix die bestgeeignete Steuerung.

ÜBUNGSBEISPIELE zur Auswahl elektrischer Steuerungen (Schnellwahl ohne BewMatrix)

1. In einer Maschinenhalle sollen zwei 230V/400V- Drehstrommotoren mit automatischem Stern-Dreieckanlauf (fix 3 Sekunden) und gegenseitig verriegelt angesteuert werden. Es handelt sich um eine Einzelanlage. Geeignete Steuerung?
2. Eine Pumpenstation (mit DAM 4kW) soll in Stückzahlen $< 1k$ mit einer einfachen Steuerung ausgerüstet werden. Dabei sind in Kommunikation mit einem Frequenzumrichter bis zu 3 Bedienstationen in einfachen Schaltkästen vorgesehen. Als Visualisierung reichen div. Kontrolllampchen. Geeignete Steuerung?
3. Eine neue Fertigungsstraße (Kunststoffteile für einen Autoindustrie-Zulieferanten) soll an mehreren Stationen durch intelligente Unterstationen gesteuert werden. Bei den einzelnen Stationen gibt es unterschiedlich viele digitale und analoge Ein- und Ausgänge. Die Stationen müssen miteinander kommunizieren können. Einige Stationen haben genau definierte Anforderungen an die Reaktionszeit bei Störungen. Sicherheitseinrichtungen des Arbeitnehmerschutzes werden durch ein eigenes Konzept abgedeckt. Geeignete Steuerung(en)?
4. In einem Kampfflugzeug wird eine einfache, zuverlässige aber sehr schnelle Steuerung für die Absprengung des Kabinendaches benötigt. Die typische Reaktionszeit muss dabei unter 100 Nanosekunden liegen. Geeignete Steuerung?
5. In einer Fertigungshalle soll eine Steuerung mit einem vorhandenen Meßsystem über Ethernet kommunizieren. Die Daten sind statistisch auszuwerten und lokal und dezentral in eine Datenbank zu übernehmen. Eine leicht verständliche Bedienoberfläche zur Steuerung des Meßsystems soll integriert sein. In der Halle sind widrige Umgebungsbedingungen, wie Staub, Spritzwasser, etc. anzunehmen. Geeignete Steuerung?
6. Ein intelligenter Haarschneider (Akkubetrieb) soll mit einer Steuerung ausgestattet werden. Stückzahl $> 10k$. Die Steuerung soll einen analogen Sensor auswerten, Signal-LEDs ansteuern und auch den Akkuzustand überwachen. Geeignete Steuerung?
7. Ein sehr schneller Positionierantrieb (kleiner Servomotor in einem Bestückungsautomat) muss angesteuert werden. Die typische Programmzykluszeit muss dabei unter 50 Mikrosekunden liegen. Es sind dabei schnelle Berechnungen mit hoher Genauigkeit erforderlich. Geeignete Steuerung?
8. In einem PKW (Stückzahl $> 100k$) soll die Klimaanlage gesteuert werden. Bedienung, Temperaturregelung und Kommunikation mit anderen Komponenten (über CAN, bzw. LIN-Bus) müssen möglich sein. Geeignete Steuerung?
9. In einem Wochenendhaus sollen das Treppenlicht, die Nachtabsenkung für die elektrische Heizung und die Bewässerung zeitlich gesteuert werden. Geeignete Steuerung?