

Innehåll

Förord 7

1. Vad är fastighetsautomation? 11

2. Kort historik 15

Regler centraler 15

Centraliserade system 15

DUC och DHC 15

Användning av PC och Windows 16

Standardiserade nätverksprotokoll 16

PLC och SCADA 16

IP och internet 16

Trådlös teknik 17

IoT 17

3. Fältenheter 19

Givare, detektorer och mätare 19

Ställdon 29

Styrventiler 32

Ventildimensionering 33

Tryckoberoende styrventiler 41

4. Apparatskåp 43

Serviceomkopplare 43

5. Programmerbara styrenheter 45

DUC 46

PLC 46

Moduluppbyggnad 48

Aggregat med inbyggd styrfunktion 48

Komponenterna i en programmerbar styrenhet 49

Ingångar 49

Utgångar 53

Beräkning av antal in- och utgångar 55

6. Funktioner i styrenheten 57

- Larm 57
- Reglering 61
- Trendloggning 61
- Trenddiagram 64
- Tidstyrning 66
- Flödesschema 67

7. Reglerteknik 73

- Återkopplade system 73
- Statiska egenskaper 75
- Dynamiska egenskaper 76
- Tvålägesreglering 77
- PID-regulatorn 78

8. Programmering 87

- IEC 61131-3 87
- Applikationsprogrammering 91

9. Överordnade system och operatörsenheter 93

- SCADA 93
- Funktioner i ett överordnat system 94
- Användaradministration 98

10. Samverkande system 101

- Exempel på samverkande funktioner 102
- Kommunikation mellan olika överordnade system 103
- Digitala tvillingar och användning av artificiell intelligens (AI) 105
- Semantisk taggning 108

11. IP-nätverk i fastigheter 111

- Definitioner 111
- Grundläggande IP-teknik 111
- Nätverksprotokoll 113
- Adresser i ett IP-nätverk 114
- Domäner 117
- Privata nätverk 121
- Funktion hos en router i det privata nätverket 123

12. Fältbussar 127

- Nätverkets kommunikationssätt 128

Nätverkets topologi	131
Modbus	133
M-Bus	136
LoRa	137
KNX	137
LonWorks	139
BACnet	141
MQTT	146
Trådlösa nätverk för fastighetsautomation	147
Gateways	149

13. Styrning av belysning i fastigheter 151

Färgtemperatur	151
Ra-värde	152
Färgkoder	153
Storheter och enheter inom belysning	153
Styrning av belysning i fastigheter	154
Digital styrning av belysning med DALI	156
DALI 2	157

14. Cybersäkerhet inom fastighetsautomation 159

IP-nätverkets komponenter	160
IT- och OT-nätverk	162
NIS2 direktivet	166

15. Driftkort för värmesystem 169

Reglering av radiatorkretsen	170
Reglering av tappvarmvatten	173

16. Driftkort för ventilationssystem 175

Styrfunktioner	175
Skyddsfunktioner	176
Frysvakt	177
Reglering av temperatur	178
Reglering av tryck och luftflöde	185

Bilaga 1: Driftkort UC01 195

Bilaga 2: Driftkort LB01 199

Bilaga 3: Driftkort RUMSLÖSNING 203

Källor 207

Sakordsregister 209

Förord

Fastighetsautomationen genomgår för närvarande en snabb utveckling som drivs av ökande krav på låg energianvändning, enkelt handhavande och behov av att fler av byggnadens tekniska installationer ska kunna fungera tillsammans. Syftet med boken är att ge läsaren den kunskap som krävs för att kunna följa denna utveckling. Den innehåller en ingående beskrivning av de system och funktioner som förekommer i dagens fastighetsautomations-system med betoning på den praktiska användningen och hur de ingående delarna fungerar.

Boken riktar sig till drifttekniker, konsulter, entreprenörer och förvaltare som vill uppdatera sina kunskaper och till elever som utbildar sig till fastighetsingenjör och drifttekniker på gymnasium och yrkeshögskola.

Innehåll och nivå är tänkt att motsvara det som normalt ingår i ämnet fastighetsautomation på gymnasie- och yrkeshögskolenivå. För att tillgodogöra sig bokens innehåll krävs endast grundläggande kunskap om installationsteknik i byggnader.

Kapitel ett och två innehåller en inledning och en historisk tillbakablick på hur fastighetsautomationen har utvecklats i Sverige. Kapitel tre behandlar fältenheter, med en beskrivning av olika typer av givare och styrdon, där även dimensionering av styrventiler ingår.

I kapitel fyra till och med sex finns en ingående beskrivning av styrenheter, deras funktioner och hur de kan fungera som ett hjälpmedel vid daglig drift av anläggningen.

Kapitel sju behandlar bakgrunden och de grundläggande funktionerna i en PID-regulator som är den vanligaste regulatorfunktionen i fastighetsautomationssystem. Reglerteknik är ett stort teknikområde och denna bok gör inte anspråk på att täcka in hela detta ämne. Beskrivningen fokuserar på det som en drifttekniker bör känna till om PID-regulatorns egenskaper.

I kapitel åtta finns en orientering om de programmeringsmetoder som förekommer i fastighetsautomationssystem.

De flesta fastighetsautomationssystem har ett överordnat system (SCADA), vilket presenteras i kapitel nio och tio. Där beskrivs de typiska funktionerna i ett överordnat system och de möjligheter som detta kan ge för att få samverkande funktioner mellan olika tekniska installationer i en byggnad. Det finns även ett avsnitt som beskriver hur digitala tvillingar och artificiell intelligens har börjat att användas i fastighetsdriften.

Eftersom IP-tekniken blir allt viktigare i ett fastighetsautomations-system, ger kapitel elva och tolv en praktisk introduktion till hur IP-tekniken används vid fastighetsdrift. Här finns också en genomgång av de nätverksprotokoll och fältbussar som används i kommunikationen mellan styrenheter och överordnat system. Även de vanligaste trådlösa nätverksprotokollen beskrivs. Efterhand som systemen blir mer uppkopplade, ökar kraven på cybersäkerhet i ett fastighetsnät. En orientering om de vanligaste metoderna för att skydda sitt nätverk finns i kapitel fjorton.

Kapitel tretton beskriver funktioner för styrning av belysning i fastigheter.

Driftkortet är ett av de viktigaste hjälpmedlen vid underhåll och felsökning i ett fastighetsautomationssystem. Tyvärr är de ofta ganska kortfattade, och kräver en del bakgrundskunskap och erfarenhet hos en drifttekniker för att kunna utnyttjas fullt ut. Kapitel femton är tänkt att ge en mer utförlig beskrivning av de funktioner och inställningar som kan finnas i driftkortet för en fjärrvärmecentral och ett luftbehandlingsaggregat.

Slutligen vill jag tacka alla de som givit värdefulla synpunkter på innehållet och de företag som har bidragit med bilder i boken. Det gäller även personalen på Svensk Byggtjänst. Jag vill speciellt tacka Lars Rolke som har tagit sig tid att ingående faktagranska bokens innehåll.

Västerhaninge, april 2021

Leif Håkansson

Förord till andra utgåvan

När jag skrev boken Praktisk fastighetsautomation kunde jag aldrig ha förutsett den varma respons jag fått från läsare och elever som använt boken vid sina studier i fastighetsautomation. Att få möjligheten att utge en andra utgåva av denna bok är därför ett nöje för mig som författare.

Förutom ett antal mindre justeringar har jag uppdaterat symbolerna för logisk programmering i kapitel 8 så att de nu omfattar IEC-symboler.

Semantisk taggning är en relativt ny funktion inom fastighetsautomation som handlar om att tilldela funktioner till data genom att använda specifika taggar. Taggar ger information om vad data representerar och används bland annat i smarta byggnader och vid uppbyggnad av digitala tvillingar. Detta finns nu beskrivet i kapitel 10.

Kapitel 13 är utökat med en beskrivning av MQTT vilket är ett nätverksprotokoll som används för att dela data mellan många enheter på ett resursnått sätt.

I kapitel 14 finns nu en beskrivning av VLAN som är en viktig teknik vid uppbyggnad av IP-nätverk i fastigheter. Det finns även en kort introduktion

av NIS2 som är ett direktiv för ökad cybersäkerhet i kritisk infrastruktur.

Den nya utgåvan är dock inte bara en uppdatering, utan innehåller även en del nytt material som delvis är ett resultat av den feedback jag fått från de utbildningar i fastighetsautomation som jag genomfört. Det gäller framförallt kapitlet om driftkort som nu är utökat med en beskrivning av behovsstyrd ventilation och uppkopplade rumslösningar. Eftersom innehållet är mer omfattande är det nu uppdelat i två kapitel: ett om värmesystem och ett om ventilation.

Jag vill också ta tillfället i akt att tacka de som har bidragit med uppdaterade bilder och värdefulla tips på nytt innehåll till denna utgåva. Tack även till förläggare och redaktörer för allt stöd som jag fått under arbetet med boken.

Min förhoppning är att den nya utgåvan gör att boken behåller sin aktualitet och att innehållet fortsatt ger en bra översikt av utvecklingen inom fastighetsautomation.

Västerhaninge, juni 2024

Leif Håkansson

Vad är fastighets- automation?

En fastighet är egentligen ett avgränsat markområde som är registrerat hos Lantmäteriet. Om markområdet är bebyggt, räknas byggnaderna normalt som fast egendom och ingår i fastigheten. När vi till vardags pratar om en fastighet, kan vi således antingen mena ett markområde eller en byggnad. I denna bok innebär begreppet fastighet alltid en byggnad.

Alla moderna byggnader har behov av automatiska system som styr och övervakar olika installationer i byggnaden, till exempel värmesystem, belysning, ventilation, kylsystem etc. Det system som styr och övervakar dessa installationer kallas *fastighetsautomation*. I ett enfamiljshus kan fastighetsautomationen vara ganska enkel och enbart bestå av en liten styrenhet som sköter byggnadens värmesystem. I större byggnader består den av flera styrenheter som oftast är sammankopplade och anslutna till ett överordnat system.

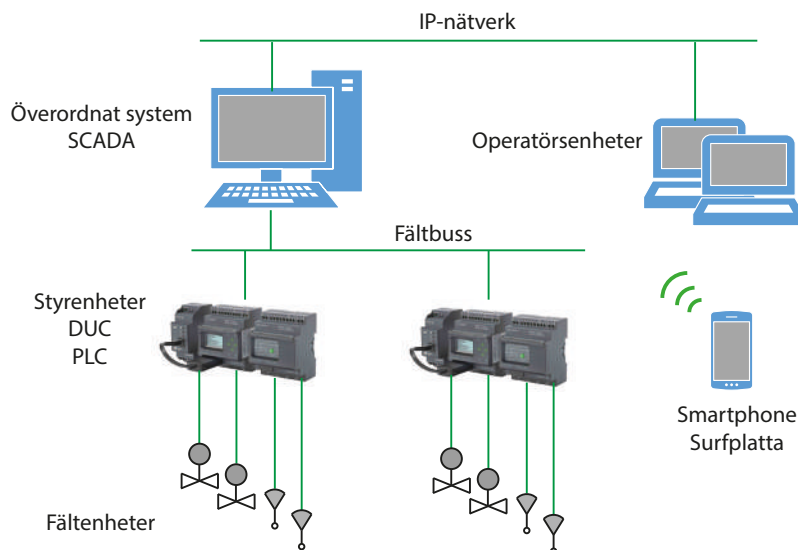
Ett system för fastighetsautomation kan bestå av följande delar:

Fältenheter är de komponenter som finns installerade på olika ställen i byggnaden för att hämta in information eller styra de system som påverkar inomhusklimat och energianvändning. Fältenheter kan till exempel vara givare som läser av mätvärden och tillstånd på olika ställen i fastigheten eller styrventiler som hanterar tillförseln av energi och andra media i byggnaden.

Styrenheter: Fältenheterna är anslutna till styrenheter, som innehåller programmerade algoritmer för hur byggnadens system ska styras och övervakas. Eftersom de flesta styrenheterna kan programmeras, kallas de ibland *programmerbara styrenheter* eller *friprogrammerbara styrenheter*. Styrenheterna är normalt sammankopplade via en kommunikationskabel så att de kan utbyta information. Denna kommunikationskabel kallas ofta *fältbuss*.

En programmerbar styrenhet kallas ibland DUC eller PLC.

Ett *överordnat system* är ofta en server som kommunicerar med styrenheterna via fältbussen. Det överordnade systemet sammanställer, presenterar och lagrar information om vad som händer i anläggningen. Det överordnade systemet kan även hantera gemensamma funktioner för byggnaden som tidstyrning och central inställning av temperaturnivåer. I det överordnade systemet finns ofta en databas där systemets programmering



Figur 1:1. Komponenterna i ett fastighetsautomationssystem.

och historik lagras. Servern kan vara placerad i byggnaden eller så kan den bestå av en så kallad molntjänst vilket innebär att den finns i ett datacenter där fastighetsägaren hyr motsvarande datorkapacitet. I molntjänsten kan det även ingå olika tilläggstjänster som säkerhetskopiering och IT-support av servern.

Ett överordnat system kallas ofta SCADA som är en förkortning av den engelska benämningen Supervision Control And Data Acquisition.

Det överordnade systemet kan även skapa olika typer av rapporter, till exempel energirapporter som kan vara en sammanställning av information från de energimätare som är anslutna till fastighetsautomationssystemet. Rapporter brukar sammanställas per vecka, månad eller år. Det kan även gå att ta fram rapporter på larmstatistik som presenterar det totala antalet larm per vecka eller en lista på de larm som inträffar oftast.

Användarna av systemet loggar in på en *operatörsenhet*. Det kan vara en dator med en speciell programvara som är avsedd för administration och programmering av systemet. Vid daglig drift används ofta en enklare dator med webbläsare eller en speciell handterminal som är uppkopplad till det överordnade systemet eller direkt till styrenheterna om ett överordnat system inte finns. I vissa fall kan operatörsenheten vara en surfplatta eller mobiltelefon som ansluter till det överordnade systemet via Wi-Fi.

Ett vanligt alternativt namn på fastighetsautomationssystemet är *styr- och övervakning (SÖ)*. På engelska kallas det *Building Management System (BMS)* eller *Building Automation System (BAS)* som ibland även förekommer

i svensk dokumentation.

En modern byggnad har ett stort antal tekniska installationer som behöver styras och övervakas. Dessutom finns det krav på att inomhusmiljön ska vara komfortabel, samtidigt som energianvändningen ska hålls på en så låg nivå som möjligt, utan att driftpersonalen hela tiden ska behöva anpassa och justera installationerna i byggnaden. Fastighetsautomationen ska således vara *automatisk*.

Driftpersonalens uppgifter är i första hand att med hjälp av fastighetsautomationssystemet hitta och avhjälpa de fel som uppstår, helst innan inomhusklimatet för de som arbetar eller bor i byggnaden påverkas.

En annan viktig uppgift för driftpersonalen är att bevaka drift- och energikostnaderna så att de hålls på en så låg nivå som möjligt. De ska även försöka hitta nya sätt att styra byggnaden så att driftkostnaden minskar, utan att inomhusklimatet försämras. Fastighetsautomationssystemet är då ett viktigt verktyg som kan ge driftpersonalen den information som de behöver för att kunna optimera driften, så att den blir så ekonomisk som möjligt.

Ibland kopplas även byggnadens belysning, brand- och inbrottslarm ihop med fastighetsautomationen. Den får då även uppgiften att samordna funktioner i byggnaden om strömavbrott, brand eller inbrott skulle inträffa så att skadeverkningarna minimeras. Det kan även bidra till att energianvändningen reduceras, till exempel genom att belysning och ventilation anpassas till aktuell närvaro i byggnadens olika lokaler.

Kort historik

Reglercentraler

Innan fastighetsautomationssystem fanns användes separata *reglercentraler* för varje värmekrets och varje ventilationsaggregat i byggnaden. Eftersom reglercentralerna i regel inte hade någon kommunikation var driftpersonalen tvungen att ta sig till varje reglercentral i byggnaden då de skulle kontrollera funktionen eller göra ändringar vilket var mycket tidskrävande i stora anläggningar. Det var också svårt att få samverkan, till exempel mellan värmesystemet och ett ventilationsaggregat eller mellan två ventilationsaggregat.

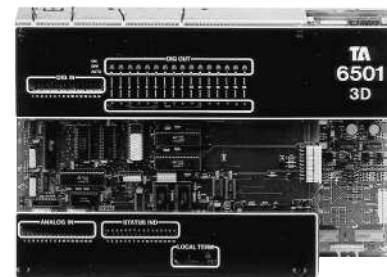
Eftersom fördelarna med byggnadsautomation var störst i stora byggnader, var det där den började användas medan reglercentraler fortfarande var vanliga i mindre byggnader.

Centraliserade system

De första fastighetsautomationssystemen dök upp i mitten av 1970-talet. De var centraliserade, där alla givare och ställdon var direkt kopplade till en centralenhet som hade en minidator som utförde alla beräkningar. Minidatorer var relativt dyra och man kunde därför bara ha en enda dator även i stora byggnader, vilket ledde till omfattande kabeldragning.

DUC och DHC

I slutet av 1970-talet började mikroprocessorer att användas. Eftersom de var billigare och mindre än de tidigare minidatorerna, var det möjligt att skapa ett decentraliserat system med *dataundercentraler* (DUC) som vardera styrde ett delsystem eller aggregat. De monterades i aggregatens apparatskåp vilket minskade kabeldragningen jämfört med ett centraliserat system. Dataundercentralerna var sedan anslutna till en *datahuvudcentral* (DHC) via en fältbuss. Datahuvudcentralen bestod fortfarande av en minidator och hade normalt bildskärm och larmskrivare som operatörsenheter. Vid längre avstånd kunde telefonmodem användas för kommunikationen. Det gjorde det möjligt att koppla ihop dataundercentraler i byggnader som var utspridda i ett samhälle eller i en hel kommun.



Figur 2:1. Bild på äldre DUC (övre bild) och DHC (undre bild) med minidator från 1980-talet (TA).

Användning av PC och Windows

Efter att IBM hade lanserat persondatoren (PC), ersatte den efterhand den tidigare minidatort som DHC i fastighetsautomationssystemen. Runt 1995 började Windows att användas som operativsystem vilket gjorde systemen enklare att använda.

Standardiserade nätverksprotokoll

När det gällde kommunikationen på fältbussen mellan dataundercentralerna, hade från början varje tillverkare ett eget nätverksprotokoll. Det resulterade i att en fastighetsägare som hade valt ett fabrikat, ofta var tvungna att fortsätta med samma system då det skulle utökas. I mitten av 1990-talet började två standardiserade eller *öppna nätverksprotokoll* att användas: LonWorks och BACnet. Det förbättrade situationen men det var fortfarande svårt att koppla ihop ett LonWorks-system med ett BACnet-system.

Nätverksprotokollen LonWorks och BACnet är relativt avancerade och de kräver en viss datakraft i vare enhet där de används. Detta är en nackdel för mindre enheter, till exempel mätare, där man inte har tillgång till en hög datorkapacitet. För att lösa detta utvecklades nätverksprotokollet M-Bus speciellt för mätare. M-Bus är i dag standard i de flesta uppkopplade mätare.

PLC och SCADA

PLC står för Programmable Logic Controller och är ett styrsystem som togs fram av företaget Modicon i slutet av 1960-talet. Det utvecklades för styrning av industriella processer och ersatte den reläteknik som tidigare hade använts. Kommunikationen mellan enheterna i ett PLC-system var baserat på nätverksprotokollet *Modbus* som också utvecklades av Modicon. Modicon ingår idag i Schneider Electric. Numera finns ett stort antal tillverkare av PLC-system.

För att övervaka ett system med ett antal PLC-enheter utvecklades efterhand datoriserade överordnade system. De kallades Supervision, Control And Data Acquisition (SCADA).

I början av 2000-talet började PLC-tekniken även att användas i fastigheter som ett alternativ till DUC. Det har gjort att Modbus har blivit ett alternativ till BACnet och LonWorks som nätverksprotokoll i fastigheter.



Figur 2:2. Modicon PLC (Schneider Electric).

IP och internet

En bit in på 2000-talet blev det vanligt att installera IP-nätverk, även i byggnadernas teknik- och aggregatrum. Det gjorde det möjligt att använda TCP/IP för kommunikationen mellan styrenheterna i ett fastighetsautomationssystem. De ovan nämnda standardiserade nätverksprotokollen LonWorks, BACnet och Modbus utvecklades då så att de kunde skickas via TCP/IP i ett IP-nätverk.

Samtidigt har vissa styrenheter försetts med en webserver vilket gör att användaren i en mindre fastighet inte alltid behöver ett överordnat system utan kan använda en vanlig webbläsare som operatörsenhet och direkt logga in på en styrenhet.

Trådlös teknik

När trådlös teknik började bli vanlig en bit in på 2000-talet, var det en del som ansåg att teknik som Blåtand och Wi-Fi skulle få en stor användning även inom fastighetsautomation. Fördelarna skulle vara en enklare installation och att nya enheter enkelt skulle kunna anslutas till ett befintligt system utan att behöva dra nya kablar.

Dock har den trådlösa tekniken ännu så länge inte fått så stor utbredning i fastighetsautomationssystem som man först trodde. Anledningarna till detta är i första hand:

- En oro för att den trådlösa kommunikationen kan avlyssnas eller kanske störas ut av utrustning som finns inuti eller utanför byggnaden.
- Även en trådlös komponent måste ha någon typ av strömförsörjning. Det kräver ofta batterier i de trådlösa enheterna, som måste laddas eller bytas med vissa mellanrum. I en större byggnad skulle det bli hundratal enheter med batterier som måste underhållas. Det leder till ökande underhållskostnader och är också ett miljöproblem, eftersom batterier måste tas om hand och återvinnas då de är förbrukade. På senare tid har det kommit trådlösa givare där batteriet ersätts med en med en solcell som kan strömförsörja enheten, men det förutsätter att det finns dagsljus där givaren är placerad vilket inte alltid är fallet.

I en del av de trådlösa system som finns idag, är det endast kommunikationen som är trådlös medan spänningsförsörjningen fortfarande sker med en kabel och då bli vinsten inte så stor med trådlös teknik, eftersom det ändå måste dras en kabel till enheten.

IoT

Efterhand som IP-tekniken har blivit billigare och mer tillgänglig, kopplas allt fler system i en byggnad upp till IP-nätet, antingen via kabel eller Wi-Fi. Runt 2015 lanserades begreppet *Internet of Things* (IoT) eller ”sakernas internet” på svenska. Visionen är att alla saker i en byggnad som innehåller någon typ av IP-kommunikation ska kunna samverka med fastighetsautomationssystemet. Detta kan ge helt ny funktionalitet som inte varit möjlig tidigare i en byggnad. IoT ställer dock nya krav på fastighetsautomationssystemet vad gäller IT-säkerhet och användarvänlighet.