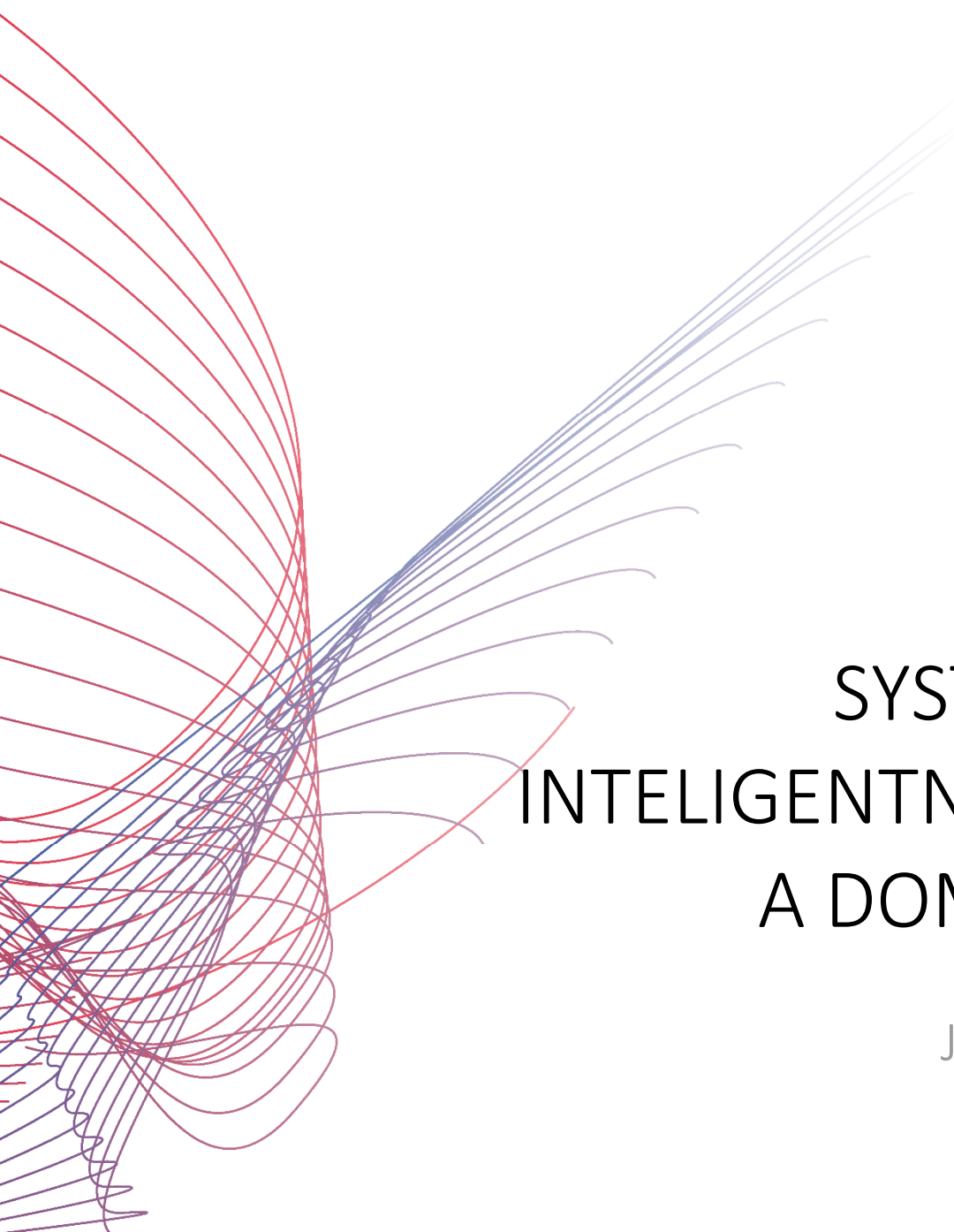




TECH
pedia



SYSTÉMY PRO
INTELIGENTNÍ BUDOVY
A DOMÁCNOSTI

JAROSLAV ŠÍPAL

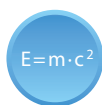
Název díla: Systémy pro inteligentní budovy
a domácnosti
Autor: Jaroslav Šípál
Vydalo: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická
Kontaktní adresa: Technická 2, Praha 6
Tel.: +420 224352084
Tisk: (pouze elektronicky)
Počet stran: 38
Edice (vydání): 1. vydání, 2017
ISBN 978-80-01-06221-0

TechPedia
European Virtual Learning Platform for
Electrical and Information Engineering
<http://www.techpedia.eu>



Tento projekt byl realizován za finanční podpory
Evropské unie.
Za obsah publikací odpovídá výlučně autor.
Publikace (sdělení) nereprezentují názory Evropské
komise a Evropská komise neodpovídá za použití
informací, jež jsou jejich obsahem.

VYSVĚTLIVKY



Definice



Zajímavost



Poznámka



Příklad



Shrnutí



Výhody



Nevýhody

ANOTACE

Tento modul poskytuje úvod do automatizace v budovách. Popisuje technologie zajišťující bezpečnost budov, dopravní systémy, energetický management budov a případnou optimalizaci pracovních podmínek. Dále uvádí možnosti senzorů v budovách, akční členy v budovách, jednotlivé řídicí systémy, nadstavbové systémy a sběrnice a protokoly.

CÍLE

Řízení přístupu do budovy a její zabezpečení (zabezpečení dveří, zapojení semiinteligentní čtečky, uzavřený televizní okruh, protipožární systémy).

Dopravní systémy budov (možnosti pohybu osob a věcí v budovách).

Správa budov za pomoci řídicích systémů.

Regulace řízených technologií budov.

Možnosti senzorů a akčních členů v budovách.

Řízení budov pomocí řídicích systémů prostřednictvím sběrnic a protokolů.

LITERATURA

- [1] ŠÍPAL, Jaroslav. Moderní předávací stanice. [s.l.] : [s.n.], 2007. 102 s. ISBN 978-80-7044-924-0.
- [2] http://en.wikipedia.org/wiki/Access_control
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Keychain#Access_control_key_fobs
[\[http://en.wikipedia.org/wiki/Keychain\]](http://en.wikipedia.org/wiki/Keychain)
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Fire_alarm_system
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/Elevator>
- [6] <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/typy-solarnich-kolektoru>
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Closed-circuit_television
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/HVAC>
- [9] http://en.wikipedia.org/wiki/Building_automation

- [10] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Aktu%C3%A1tor> [<http://cs.wikipedia.org/wiki/Aktuátor>]
- [11] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Senzor>
- [12] http://en.wikipedia.org/wiki/Safety_instrumented_system
- [13] http://en.wikipedia.org/wiki/Safety_integrity_level
- [14] http://cs.wikipedia.org/wiki/Neuronov%C3%A1_s%C3%AD%C5%A5
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Neuronová_sít]
- [15] http://cs.wikipedia.org/wiki/Fuzzy_logika

Obsah

1	Úvod do automatizace budov	7
2	Technologie zajišťující bezpečnost budov	8
2.1	Přístup do budovy	9
2.2	Uzavřený televizní okruh	12
2.3	Protipožární systémy	14
3	Dopravní systémy	15
4	Energetický management budov	17
5	Optimalizace pracovních podmínek	18
5.1	Osvětlení	19
5.2	Větrání	20
5.3	Vytápění	21
5.4	Klimatizace	22
6	Senzory v budovách	23
7	Akční členy v budovách	27
8	Řídicí systémy	28
9	Sběrnice a protokoly	30
9.1	Sběrnice	31
9.2	RS-232	32
9.3	RS-422	33
9.4	RS-485	34
9.5	Modbus	35
9.6	Další protokoly používané v budovách	36
10	Nadstavbové systémy	37

1 Úvod do automatizace budov

Jedním z míst, kde je dnes automatizace široce nasazována, jsou budovy. Díky tomuto přístupu se pak takové budovy nazývají „inteligentní (intelligent)“ či „chytré (smart)“.

Podle účelu je dělíme obvykle na:

- obytné
- zajišťující služby (školy, nemocnice, úřady, obchody)
- pro průmyslovou výrobu
- skladové prostory

Prioritou je stavět budovy bezpečné, šetrné k životnímu prostředí, s nízkou spotřebou energie. To vede k většímu nasazení automatizace a tzv. inteligentním budovám.

Řízení chodu budovy obstarává automatika s řídicím centrem. Účel řízení je především zaměřen na:

- zajištění bezpečnosti osob i majetku
- vnitřní dopravu osob a věcí
- snižování energetické náročnosti
- optimalizaci pracovních podmínek

Důležitost jednotlivých bodů záleží především na účelu budovy. Principiálně je možné automatiku popsat následujícím postupem a to platí i pro automatiku budov.

1. Pomocí senzorů jsou zjištěny informace potřebné pro rozhodování.
2. Zjištěné informace jsou předány do řídicího centra, které je vyhodnotí a vydá řídicí příkazy pro aktuátory.
3. Aktuátory provedou požadovanou reakci na danou situaci.

Z pohledu řízení se jedná o dva základní způsoby řízení:

- logickým řízením, které je v teorii automatizace popsáno funkcemi Boolovské algebry a teorií stavových automatů
- regulací, kde regulátor zajišťuje udržování vybraných fyzikálních veličin ve stanovených mezích.

2 Technologie zajišťující bezpečnost budov

Technologie zajišťující bezpečnost budov se zaměřuje především na oblast zajištění bezpečnosti osob a majetku uvnitř budovy. Zajištění je podmíněno účelem budovy a je založeno na třech okruzích:

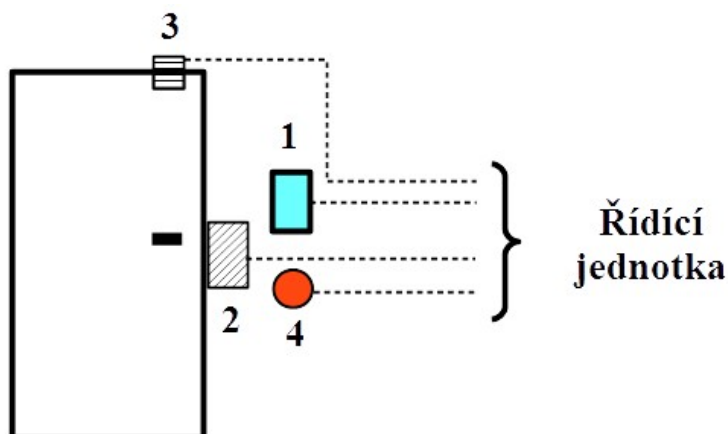
- přístup do budovy (osob i vozidel)
- uzavřený televizní okruh
- protipožární systémy

2.1 Přístup do budovy

Základním krokem k bezpečnosti budovy je řízení přístupu do budovy. Přístup může být globální pro celou budovu nebo selektivní do jejích jednotlivých částí.

Aktuátorem pro zamezení přístupu jsou dveře nebo turnikety. Historický vývoj začal zabezpečením zámky s mechanickým klíčem. Vzhledem k tomu, že klíče je možné padělat nebo jednoduše ukrást, tento způsob zabezpečení již nevyhovuje moderním požadavkům na omezení vstupu.

Klíče jsou nahrazovány elektronickými čipy ve formě přívěsků. Ty obvykle obsahují pasivní RFID (Radio Frequency Identification – rádiová bezkontaktní identifikace) tag. Senzor u dveří pomocí bezdrátové komunikace identifikuje nositele klíče, předá tuto informaci centrálnímu serveru, v němž je uložena databáze vlastníků těchto čipů. Na serveru je vytvořena matice povolení (na základě seznamu pro řízení přístupu), která je naprogramována tak, aby umožnila přístup pouze do oblastí, do kterých je držitel čipu povolen přístup ve vymezeném čase. Podobným způsobem je řešen vstup do objektu pomocí identifikační karty. Na rozdíl od mechanického klíče je možné po nahlášení ztráty přístup zablokovat. Tento způsob identifikace a umožnění přístupu je zpravidla spojen s docházkovým systémem. Obecně tento systém nazýváme Identity Management.



Obr. 2.1: Zabezpečení dveří

Vysvětlivky k Obr. 2.1:

1. čtečka karty nebo čipu je umístěna na obou stranách dveří
2. elektrický zámek
3. dveřní kontakt
4. tlačítko nouzového úniku je umístěno na obou stranách dveří

Normální stav je takový, kdy dveře jsou zavřené a dveřní kontakt (3) posílá signál o stavu zavřeno. Osoba, která potřebuje vstoupit, se identifikuje čipem nebo kartou. Čtečka předá údaje do řídicí jednotky, kde dojde k porovnání s maticí povolení.

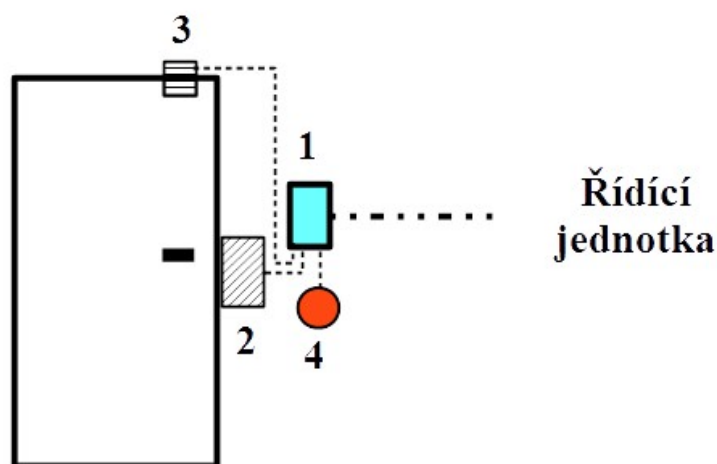
V případě, že dojde ke shodě (relační operace ekvivalence), je vyslán impulz pro otevření elektrického zámku. Impulz podrží zámek v poloze otevřeno určitou dobu, např. 10 s. Osoba otevře dveře a vstoupí. Tento stav je signalizován změnou stavu signálu dveřního kontaktu. Pokud je otevření a vstup kratší než nastavená doba otevření zámku, změna hodnoty signálu dveřního kontaktu zajistí opětovné uzamčení dveřního zámku. Pokud se bude pokoušet vstoupit osoba bez oprávnění, dveře zůstanou zamčené. Maximálně může být zaznamenán pokus o neautorizovaný vstup. Čtecí zařízení poskytuje vstupujícímu obvykle zpětnou vazbu o umožnění nebo odepření přístupu buď pomocí barevných LED diod, nebo hlasovým signálem.

Během provozu budovy mohou nastat mimořádné stavy. Jedním je stav, kdy dveřní kontakt neposílá signál o zavření dveří. Dveře mohou být zabezpečeny proti zavření klínem, nebo nedojde k dovření dveří a zajištění zámekem. V obou případech řídicí jednotka vyše nouzový signál obsluze a dané dveře je nutné zkontrolovat na místě. Druhý mimořádný stav, kdy je nutné nouzově otevřít dveře, nastane při požáru nebo při nutnosti rychlé zdravotní péče pro osoby uvnitř objektu. Pro tyto účely slouží požární tlačítko, které zajistí odemčení zámku. Jeho použití je rovněž zaznamenáno na centrálním serveru.

Způsob technologie zajištění přístupu závisí na typu použití čtečky. Čtečky mohou být rozděleny do tří skupin:

- základní čtečka
- semiinteligentní čtečka
- inteligentní čtečka

Základní (non-inteligentní) čtečka jednoduše přečte číslo karty nebo PIN a předá jej na řídicí jednotku.



Obr. 2.2: Zapojení semiinteligentní čtečky

Semiintelligentní čtečka má zapojeny všechny vstupy a výstupy nezbytné pro kontrolu hardware dveří (zámek, dveřní kontakt, nouzové tlačítko), viz obrázek č. 2.2. Tato čtečka však nedělá žádné rozhodnutí o přístupu.

Intelligentní čtečka má zapojeny všechny vstupy a výstupy nezbytné pro kontrolu dveří jako semiintelligentní čtečka. Na rozdíl od ní má také paměť a výpočetní výkon nezbytný k tomu, aby došlo k rozhodnutí o přístupu samostatně.

Některé čtečky jsou vybaveny přídatnými prvky, jako jsou LCD displeje a funkční tlačítka pro další účelová data (kamera, mikrofon apod.)

2.2 Uzavřený televizní okruh

Uzavřený televizní okruh (Closed Circuit TeleVision – CCTV) je v současné době velmi rozšířený. Naproti televiznímu vysílání se liší v tom, že signál není otevřeně šířen. Uzavřený televizní okruh obsahuje video kamery, monitory a přenosové sítě, jejichž technologie může být drátová i bezdrátová. CCTV je používán:

- k dohledu a monitorování střežených objektů
- k dohledu a monitorování veřejných prostranství především v boji proti kriminalitě a vandalismu
- pro videokonference nebo distanční vzdělávání
- v průmyslu pro přenos části výrobního procesu do centrálního dispečinku
- v prostorách, které jsou nevhodné nebo nebezpečné pro pohyb člověka
- při volnočasových aktivitách (např. sledování chování zvířat v ZOO apod.)

Kamerové systémy (webové kamery) dnes pracují převážně nepřetržitě. Pokročilá forma CCTV využívá digitální úložiště s možností nahrávání.





Obr. 2.3: Kamery

První uzavřený televizní okruh byl uveden do provozu firmou Siemens v roce 1942. Kamery sledovaly testovací zařízení německých raket V-2 v Peenemünde v Německu. Návrh tohoto okruhu vytvořil německý inženýr Walter Bruch, který byl zodpovědný za jeho instalaci. V USA byl první CCTV nazvaný „Vericon“ spuštěn v roce 1949.

První systémy využívaly pevné monitory, protože nebylo možné nahrávat a ukládat informace. Další vývoj dovolil nahrávání na magnetickou pásku, která musela být po naplnění ručně vyměněna. Tento provoz byl nespolehlivý a drahý. V roce 1970 nástup technologie VCR (Video Cassete Rekorder) umožnil snazší a dostupnější nahrávání a výmaz informací. V průběhu roku 1990 byl objeven digitální multiplexing, který dovolil získávat záznam pro více kamer najednou. To vedlo k úspoře času a peněz a výsledkem byl vzestup CCTV. Současná technologie byla rozšířena na základě internetových produktů a systémů včetně dalšího vývoje technologického zařízení.

V současné době se používá technologie IP kamer, zejména těch bezkabelových, které používají Internet Protokol (IP) a jsou zapojeny do místní internetové sítě (Local Area Networks – LAN). Internet protokol dokáže přenášet záznam přes veřejný internet do počítače nebo telefonu.

2.3 Protipožární systémy

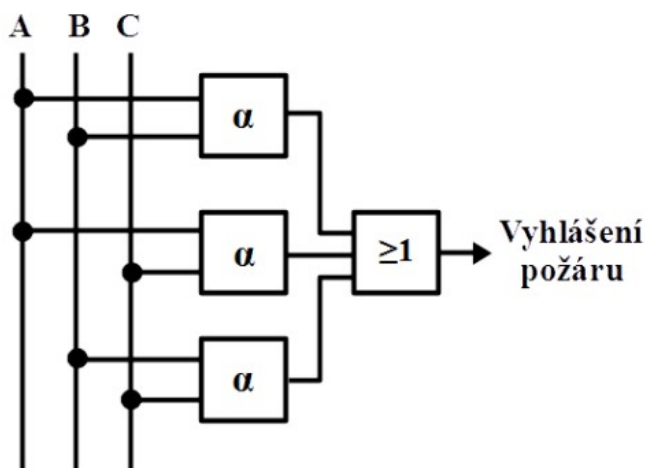
Aby bylo dosaženo snížení následků požárů, používá se pasivní a aktivní požární ochrana. Pasivní ochrana se zaměřuje na stavbu, použité materiály a požární odolnost. Pro aktivní požární ochranu mohou být použity následující prvky:

- elektrická požární signalizace (EPS) neboli automatický systém detekce požáru
- stabilní hasicí zařízení (SHZ)
- zařízení pro odvod kouře (ZOKT)

Následky požáru jsou menší, jestliže je vznik požáru včas detekován a nahlášen. Jedná se o poměrně jednoduché systémy. Stavební objekt je rozdělen na jednotlivé požární úseky z důvodů omezení požáru na co nejmenší prostor. Tyto úseky jsou vybaveny prostředky pro rychlou identifikaci požáru a jeho omezení v daném prostoru.

Jde o senzory, které detekují vznik požáru a vyhlásí poplach. V daném úseku pak může být automaticky spuštěno stabilní hasicí zařízení a uvedeno do provozu zařízení pro odvod kouře.

Aby se předešlo falešným poplachům, je vždy instalováno v jednom úseku několik různých typů senzorů (světlo, teplota, kouř apod.) Vyhodnocení požáru se provede na základě signálů z čidel v kombinačním logickém obvodu funkcí nazvanou majorita (nejčastěji majorita 2 z 3). To znamená, že pokud dvě čidla zaznamenají impuls požáru, spustí se alarm.



Obr. 2.4: Logické schéma

3 Dopravní systémy

Mezi základní dopravní prostředky, které se využívají v budovách, patří:

- eskalátory
- pohyblivé chodníky
- výtahy

Eskalátor

$E = m \cdot c^2$

Eskalátor (též pohyblivé schody, jezdící schody) je speciální řetězový dopravník určený pro dopravu osob mezi různými výškovými úrovněmi. Pracuje na principu řetězově propojených článků, resp. stupňů, které cyklicky obíhají po pevné dráze. Tvoří tak pohyblivé schodiště, které je zpravidla doplněné o přídržovací madlo (pár madel). Zařízení je téměř vždy poháněno asynchronním elektromotorem.

Používá se například v metru, na nádražích, ve velkých obchodních centrech apod. Rychlost eskalátorů bývá v rozmezí 0,27 až 0,55 m/s, norma EU stanovuje maximální rychlost na 0,75 m/s. Oproti výtahu má eskalátor vyšší přepravní kapacitu.

Eskalátory jsou pro případ nouze vybaveny stop-tlačítky, kterými může kdokoliv zastavit jedoucí eskalátor. Stop-tlačítek může být instalováno více, minimálně však dvě na obou koncích eskalátoru. Spuštění může být provedeno ručně obsluhou, nebo je eskalátor spouštěn při detekci nástupu osoby.

Pohyblivý chodník

Na podobném strojním principu bývá založen i tzv. pohyblivý chodník, který může být užit jak k vodorovné, tak k šikmé dopravě.

$E = m \cdot c^2$

Od eskalátoru se liší tím, že mívá menší sklon a dopravní plochy článků v činné poloze netvoří stupně, ale jsou v rovině.

Šikmá rovina se používá v obchodních centrech. Ve vodorovném provedení je nejčastěji užíván pro zrychlení přepravy osob na větší vzdálenosti (letištní chodby).

Výtah

$E = m \cdot c^2$

Výtah (někdy nazývaný také zdviž) je dopravní prostředek z kategorie zdvihadel užívaný jako zdvihací zařízení pro dopravu osob nebo nákladů svislým nebo šikmým směrem po pevné dráze. Výtah je v podstatě plošina, která je tažena nebo tlačena mechanickými prostředky, nejčastěji lany, řetězy nebo hydraulicky. Moderní výtah bývá tvořen kabinou umístěnou ve výtahové šachtě.

V minulosti byly výtahy poháněny vodou, párou nebo i lidskou silou, dnes převažuje elektrický pohon.

Ovládání výtahů funguje na základě signálu z ovládacího panelu v kabině výtahu nebo tlačítek vně výtahové šachty. Po nastoupení osob se výtahy ovládají stiskem tlačítka nebo pomocí dotykového senzoru. Starší typy výtahů reagují na požadavek jednotlivě, další požadavek přijímají teprve poté, co předchozí splní. Novější typy výtahů dokáží registrovat více požadavků souběžně a postupně zastavují v jednotlivých požadovaných patrech.

Pro ovládání výtahů jsou instalovány ovládací panely, které zároveň slouží k informování cestujících. Jeden je ve výtahové kleci a další u nástupních dveří v jednotlivých stanicích. Na základě signálu z ovládacího panelu v kabině výtahu nebo tlačítek vně výtahové šachty je uveden výtah do pohybu. Před uvedením do pohybu musí být splněny určité podmínky.

V případě poruchy umožní ovládací panel ve výtahové kleci přivolání pomoci. Ovládací panely v jednotlivých patrech signalizují stav výtahu a zároveň jsou vybaveny dvěma tlačítky pro požadovaný směr jízdy. Výtah projíždějící stanicí, v níž byla požadována jízda, může zastavit a přibrat další cestující. Moderní řízení skupiny výtahů umožní jedním přivolávacím tlačítkem přivolat výtah, který je k dispozici nejbližší.

Pokud do některých stanic nemá být umožněna jízda komukoliv, může být přijetí požadavku na jízdu do této stanice podmíněno aktivováním speciálního zámku klíčem, navolením hesla na ovladači nebo čipovou kartou a podobně.

4 Energetický management budov

Jednou z hlavních položek nákladů budov jsou energetické náklady na systémy osvětlení, vytápění, ventilace a klimatizace. Řešením je zavedení energetického managementu.

Náklady na energii budov mohou tvořit v průměru až 25 % provozních nákladů. Cílem energetického managementu je snižování energetických ztrát a množství spotřebované energie. Majitelé budov často využívají technologické plány (anglicky Technology Roadmaps), aby harmonizovaly vynaložené investice a finanční zpětnou vazbu pro úsporu provozních nákladů jen přes systém řízení energie.

V tomto procesu se sledují a řídí systémy v rámci budovy. Je to tedy řídicí proces, který působí na řízenou soustavu a ovládá ji pro optimální a bezpečné zajištění energetických potřeb s minimální zátěží životního prostředí. Systém energetického managementu je provozován buď za pomoci speciálního SW, nebo dnes i SCADA a BMS systémů, společně je nazýváme systémy automatizace budov. Tento SW pak dnes již většinou provádí úpravy automaticky. SW jsou obvykle provozovány managementem, nebo operátory údržby. Tito pracovníci musí být proškoleni tak, aby správně dokázali interpretovat vyhodnocovaná data.

Hlavní požadavky na organizaci

EM je důležité začlenit tak, aby následně mohla být implementována rozhodnutí pro řízení spotřeby energií. Většinou spadá do tzv. facility managementu (česky správa budov). Při zvažování hospodaření s energiemi se pak facility manažer musí vypořádat s ekonomickými a ekologickými cíli na základě posouzení rizika a kvality cílů. Situace se liší podle velikosti a typu budovy. U menších a středních je zpravidla pouze dílčím úkolem správce popř. může být outsourcován jako služba.

Vizualizace a optimalizace

To, co bylo dříve samostatnou nadstavbou, je dnes běžnou součástí inteligentních budov. Vlastní funkcionalita pak odpovídá popisu v kapitole SCADA systémů. Součástí je také vizualizace efektivity systémů správy budov, což se používá k okamžité zpětné vazbě o stavu hospodaření s energií a jsou identifikovány možné optimalizace a jejich výsledky.

Praktická opatření EM

Snížení spotřeby elektřiny pomocí úsporných spotřebičů, optimalizace výroby a distribuce tepla, optimalizace provozu VZT, centrální monitoring a řízení, zavedení obnovitelných zdrojů energie, zlepšení netěsností v obálkách budov a různé stavební úpravy.

5 Optimalizace pracovních podmínek

Řízené technologie budov jsou nejčastěji osvětlení, větrání, vytápění a klimatizace. Tyto technologie nejvíce ovlivní pracovní podmínky, proto je snaha nalézt optimální způsob řízení při minimálních nákladech. Nejobvyklejší způsob řízení těchto technologií je proveden regulací.

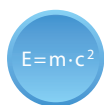
5.1 Osvětlení

Otázku osvětlení (v dnešní době často používáme termín energeticky efektivní osvětlení) je možné rozdělit do tří oblastí:

- vnější osvětlení budovy
- osvětlení společných prostor budovy
- osvětlení místností

Vnější osvětlení budovy je příkladem logického řízení. Buď je zapnuto ručně, nebo při poklesu intenzity přírodního osvětlení pod nastavenou mez. V rámci snižování spotřeby elektrické energie je osvětlení společných prostor bez denního osvětlení řízeno na základě impulzu pohybového čidla, vypnutí je provedeno s časovým zpožděním. Délka provozu je dána nastaveným časem. Osvětlení místností je řešeno jako vnější osvětlení s možností zónového rozsvícení (u velkých prostor), případně regulací intenzity osvětlení.

5.2 Větrání



Větrání je technologický proces, při kterém dochází k řízené výměně vzduchu v daném prostoru.

Větrání je uskutečněno ventilátory. Velikost průtoku vzduchu (výměna vzduchu za časovou jednotku) závisí na charakteru používaného prostoru a je dána normou. Z hlediska řízení se jedná o logické řízení kombinované s časem.

5.3 Vytápění



Vytápění je technologický proces, při kterém je zajišťována dodávka tepelné energie do budovy v takovém objemu, aby pokryla tepelné ztráty budovy. Zároveň je potřeba udržet v budově požadovanou teplotu, která je vyšší než teplota okolí.

Tepelný tok z budovy je ovlivněn, kromě rozdílu mezi vnitřní a vnější teplotou, i izolací stěn, ale také polohou budovy, jejím tvarem a konstrukčním uspořádáním. Z definice je zřejmé, že řídicí veličinou, kromě nastavené teploty v objektu, je venkovní teplota a čas.

Způsob regulace tepla ovlivňuje mnoho faktorů:

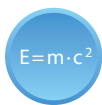
- umístění zdroje tepla - zda se jedná o centralizovaný zdroj tepla nebo lokální zdroj tepla
- druh teplonosného média - zda se jedná o teplou nebo horkou vodu nebo vodní páru
- druh vytápěného objektu - zda se jedná o bytový dům, kancelářské prostory, školu nebo zdravotnické zařízení apod.

Regulaci tepelného výkonu je možné provádět:

- regulací zdroje tepla,
- centrální regulací topné soustavy nebo jejích částí,
- místní regulací spotřebičů tepla,
- sdruženou regulací, která je kombinací předchozích.

Součástí vytápění je i dodávka teplé vody do objektu. Pokud je její příprava lokální, je součástí regulačního komplexu budovy i regulace přípravy teplé vody.

5.4 Klimatizace



Klimatizace je technologický proces, při kterém je zajišťováno dodržování požadované teploty a relativní vlhkosti v objektu. Velikost požadovaných hodnot teploty a relativní vlhkosti je nastavena na konstantní veličinu. Klimatizační jednotka proto může prostor ohřívat nebo chladit a také zvlhčovat nebo sušit.

Klimatizační zařízení může být centrální - pro celou budovu, nebo decentrální - pro jednotlivé místnosti. Centrální klimatizační jednotky bývají vybaveny rekuperací tepla za účelem úspory energie.

Kromě speciálních objektů, v nichž je nutné klimatizovat celý prostor, se klimatizace týká spíše klimatizování jednotlivých místností, což je popsáno v dalším textu.

6 Senzory v budovách

Pro jakýkoliv rozhodovací proces je nutné znát informace o stavu systému, jeho okolí a vnějších vlivech. Tyto informace člověku poskytují lidské smysly. V technické praxi se o to starají snímače fyzikálních veličin, které jsou nazývány převodníky nebo senzory. Tyto součástky změří určitou fyzikální nebo technickou veličinu a převedou ji na signál. Fyzický nositel informace ji přenáší na větší vzdálenosti. Tato informace je pak zpracována v měřicích a řídicích systémech, které ji vyhodnotí a jiným signálem uvedou do činnosti aktuátor. Nositelem signálu může být pevná látka (strojní součástka), plyn, kapalina, ale nejčastěji jde o elektrický signál, který je možné nejlépe zpracovávat a přenášet na velké vzdálenosti.



$E=mc^2$

Senzor je v podstatě měřicí přístroj, který měřenou veličinu převádí buď na logickou jedničku a nulu, nebo na odpovídající elektrickou veličinu.



1. Optická závora. V tomto případě se jedná o zdroj světla a fotodiodu. Optická závora vyhodnotí, zda se v prostoru paprsku vyskytuje nějaké těleso nebo ne.
 2. Tenzometrická váha. Základem tenzometrické váhy je tenzometr, což je velmi tenký elektrický odporový drát, který je připevněn k součásti měnící polohu. Změnou polohy dojde ke změně rozměru odporového drátu, změní se elektrický odpor. Čím bude větší zatížení, tím bude větší změna elektrického odporu.
-

Tím, že se jedná o měřicí přístroj, mluvíme o citlivosti a rozsahu měřených veličin. Dále senzor musí být navržen tak, aby neovlivnil měřenou veličinu. Postupem doby se stávají senzory stále menší a s větší citlivostí. Technologický pokrok umožňuje výrobu senzorů v mikroskopickém měřítku jako mikrosenzory pomocí MEMS (MicroElectroMechanical Systems) technologie. Ve většině případů mikrosenzory dosáhnou výrazně vyšší rychlosti a citlivosti ve srovnání s makroskopickými přístupy. V poslední době se objevují senzory vyrobené NEMS (NanoElectroMechanical Systems) technologií.

Ve stavebních objektech jsou používány senzory, které zajišťují vstupní informaci do kombinačního logického obvodu nebo stavového automatu. Jedná se o:



- různé typy čteček, které zajišťují oprávněný přístup (čip, karta, snímač otisku prstu, ruky, oka apod.)
- optické závory, které přeruší chod stroje, dostane-li se nějaký objekt do pracovního prostoru stroje.
- elektromagnetické kontakty dveří nebo oken, které zjišťují jejich stav, popř. vyhlásí alarm, jsou-li neoprávněně otevřeny nebo otevřeny mimo vyhrazenou dobu. Tyto senzory jsou součástí elektronického zabezpečovacího systému.

- zábleskové a kouřové analyzátoři, které jsou součástí elektronické požární signalizace.
- elektromagnetické bezpečnostní rámy, které jsou součástí ochrany před zloději zboží, nebo zamezují vstupu ozbrojeným lidem do vyhrazených prostor.
- pohybové senzory, které jsou nejčastěji používány k automatickému spínání osvětlení nebo ke střežení prostor.

Ve stavebních objektech jsou také používány senzory, které zjištěnou fyzikální veličinu převádějí na elektrický signál. Tento signál je vstupem do regulátoru. Využívá se:

Závislost elektrického odporu na teplotě

$E = m \cdot c^2$

Každá látka mění svůj elektrický odpor v závislosti na teplotě. Tento princip je využit pro měření teploty odporovým teploměrem. Protože odporový teploměr je pasivní člen elektrického obvodu, je potřeba připojit ho na zdroj elektrického napětí.

Odporový teploměr je v podstatě drátěný nebo vrstvený rezistor. Pro výrobu se používá nikl (Ni) nebo platina (Pt). Označení odporového teploměru se skládá z chemické značky a číslice, např. Pt100. To znamená, že se jedná o platinové čidlo, které při 0°C má elektrický odpor 100 Ω.

+

Změna elektrického odporu je u těchto kovů přímo úměrná teplotě. U platiny odpovídá změna teploty o 3°C změně velikosti odporu o 1 Ω. U niklu je změna dvojnásobná, tj. změna teploty o 3°C odpovídá změně velikosti odporu o 2 Ω. Rozsah použití pro platinové teploměry je od -220°C do 900°C, rozsah pro niklové teploměry je menší a to od -60°C do 180°C.

Termoelektrický jev

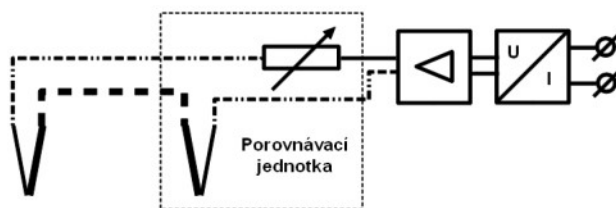
$E = m \cdot c^2$

Termoelektrický jev využívá termoelektrického napětí, které vzniká přeměnou tepla v místě spojení dvou kovů. Tento spoj dvou různých kovů se nazývá termočlánek a jedná se o aktivní snímač (sám je zdrojem elektrického napětí).

+

Termočlánek je konstruován jako spojení dvou kovů, buď železo (Fe) - konstantan (slitina mědi a niklu v poměru obvykle 55 % mědi a 45 % niklu) pro měření teplot od -220°C do 750°C, nebo platina (Pt) – rhodium (Rh) pro měření teplot od 0°C do 1 600°C. Z důvodu velkého rozsahu měření a možnosti měřit vysoké teploty nachází termočláanky velké uplatnění při měření teploty ve spalovacích kotlích elektráren. Protože vzniklé napětí je velmi malé, řádově několik μV/K, přidává se zesilovací člen.

Aby nedošlo ke vzniku dalšího termočláneku, připojuje se čidlo vyrovnávacími vodiči ze stejného materiálu a kompenzačního odporu pro vedení.



Obr. 6.1: Schéma zapojení termočlánekového teploměru

K měření se používá porovnávací jednotka. Jedná se o druhý termočlánek zapojený obráceně a umístěný v prostoru s referenční teplotou, např. 20°C. Potom je měřen rozdíl teploty mezi referenční teplotou a teplotou měřeného místa. Dále je připojený zesilovač a převodník napětí na proud, viz obrázek č. 6.1.

Závislost elektrického odporu polovodičových prvků

$E = m \cdot c^2$

Jedná se opět o měření elektrického odporu v závislosti na teplotě, ale v tomto případě jsou použity polovodičové materiály. Rozsah použití je v rozsahu od -50°C do 180°C. Tyto snímače jsou nazývány termistory a používají se dva typy. NTC (Negative Temperature Coefficient) a PTC (Positive Temperature Coefficient). Termistory typu NTC, které jsou vyrobeny z dotovaného polovodiče, mají záporný trend charakteristiky, to znamená, že s rostoucí teplotou jejich elektrický odpor klesá. Termistory typu PTC, které jsou vyrobeny z čistého křemíku, mají naopak kladný trend charakteristiky, to znamená, že s rostoucí teplotou jejich elektrický odpor roste.

+

Výhodou těchto čidel je rychlejší reakce na změnu a vyšší citlivost (asi 20 krát) než u senzorů odporových teploměrů.

-

- malý rozsah teplot pro použití
- skutečnost, že nemají lineární charakteristiku
- kalibrační křivka se mění s časem

Velký vliv na měřené výsledky má umístění čidla. Velmi záleží na tom, o jaké těleso nebo médium při měření teploty jde. Především nesmí být měření ovlivňováno vnějšími vlivy, kterých je mnoho, a je nutné si je uvědomit. Jedná se např. o ochlazování teploměru, nebo naopak ovlivňování slunečním zářením, nevhodné umístění v proudu média atd.

Principy měření tlaku

$E = m \cdot c^2$

Přístroje pro měření tlaku se nazývají manometry. Zjišťování velikosti tlaku je prováděno nepřímou nebo náhradní metodou, tlak je převeden na sílu. Tato síla

provede posun měřicí kapaliny, nebo provede deformaci pružného členu. U pružného členu může být změřena změna jeho elektrických nebo optických vlastností, nebo je změřen jeho relativní posun. Velikost tlaku potom odpovídá změně polohy nebo deformaci pružného členu.

V současné době je nejčastěji prováděno měření tlaku pomocí deformace membrány, která je vybavena tenzometrem.

7 Akční členy v budovách


$$E=mc^2$$

Akční člen neboli aktuátor je typ např. pohonu, který zajišťuje pohyb nebo řízení mechanismu nebo systému na základě řídicího signálu – akční veličiny.

Aktuátory mohou být různých typů podle fyzikálního působení:

- elektronické - např. varicap
 - elektro-magnetické - přesytka
 - elektromechanické - stykače; motory
 - hydraulické - hydromotory
 - pneumatické - pneumatické písty
 - nekonvenční - bimetalické; piezo-elektrické; elektrochemické; mikroaktuátory.
-



Aktuátory mohou být dvou typů. Dvoupolohové akční členy (aktuátory) - mění svůj stav mezi dvěma polohami. Např.:

- elektrický zámek dveří, který umožní jejich otevření na základě změny akční veličiny
- stykač, který při poklesu teploty v ohřívačce provede připojení topného tělesa k elektrickému napětí
- apod.

Druhým typem jsou akční členy (aktuátory), jejichž výstupní veličina se plynule mění. Např.:

- regulační ventil na přívodu plynu do hořáku plynové pece. Podle skutečné teploty, která se porovnává s nastavenou (žádanou), mění průtok plynu.
 - redukční ventil - provádí redukci tlaku tekutiny a udržuje tlak na požadované výši.
-

8 Řídicí systémy

$E=m \cdot c^2$

Řídicí systém je zařízení, nebo soubor zařízení, které příkazy spravuje, řídí nebo reguluje chování jiných zařízení či systémů.



Řídicí systém může představovat jednoduché ovládání stroje, které umožní pracovníkovi provádět jednoduché operace. Příkladem může být stroj, který je ručně spuštěn, ale je vybaven logikou, že pokud se pracovník nachází v pracovním prostoru, není stroj uveden do činnosti.

Automatický sekvenční řídicí systém může spouštět řadu mechanických pohonů ve správném pořadí pro provedení úlohy. Příkladem toho může být zvýšení průtoku vzduchu při překročení hodnoty CO₂ v místnosti. PID regulátory jsou v takových případech běžné a efektivní. Řídicí systémy, které zahrnují snímání výsledků a snaží se dosáhnout požadovaného cíle, se tak mohou přizpůsobit měnícím se okolnostem.

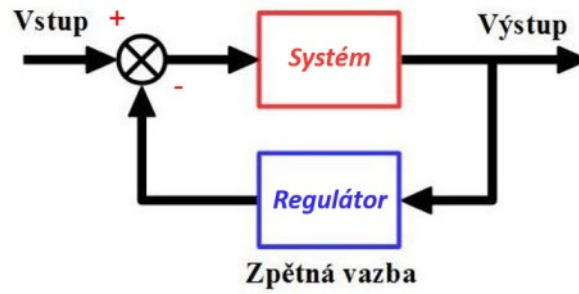
Řídicí systémy v současnosti využívají IP sítě v budovách pro vzájemnou komunikaci, komunikaci se systémy dohledu a pro přenášení dat např. pro SCADA systémy. Tuto infrastrukturu často sdílejí s dalšími systémy, jako jsou VoIP (Voice Over IP), kancelářské sítě atd. Výše uvedené vede velké důležitosti řízení provozu na těchto sítích včetně nutnosti řízení přístupu k řídicím systémům a řešení bezpečnosti těchto sítí obecně.

Běžně jsou používány dva typy řídicích systémů. Řídicí systém s otevřenou nebo uzavřenou smyčkou. V systému s otevřenou smyčkou je výstup ze systému generován na základě vstupní informace.

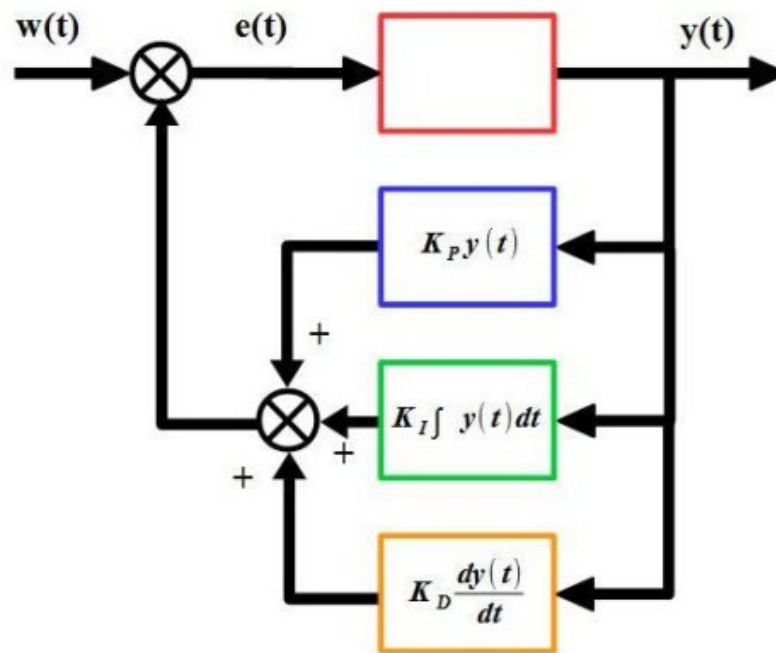


Obr. 8.1: Přímé řízení

V systému s uzavřenou smyčkou je výstup korigován na základě informací získaných zpětnou vazbou. Tyto typy řídicích systémů se také nazývají zpětnovazební. Pro řízení se v tomto případě používá např. PID regulátor, který je technicky snadno pochopitelný.



Obr. 8.2: Zpětnovazební řízení



Obr. 8.3: Schéma PID regulátoru

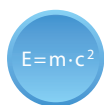


Automatická pračka je příkladem řídicího systému s otevřenou smyčkou, kdy jsou po stisknutí tlačítka start vykonávány podle předem stanoveného programu jednotlivé operace. Lidské tělo je typickým příkladem zpětnovazebního řídicího systému.

9 Sběrnice a protokoly

Pro řízení budov je potřebný přenos informací mezi senzory, aktuátory a řídicím centrem. Informace jsou převedeny na signály, které je potřeba přenášet.

9.1 Sběrnice



Sběrnice (anglicky bus) je skupina signálových vodičů, kterou lze rozdělit na skupiny řídicích, adresových a datových vodičů. Sběrnice rozdělujeme na sériové a paralelní. V případě paralelní sběrnice je přenášeno současně několik bitů paralelními vodiči. U sériové sběrnice jdou datové bity za sebou. Sběrnice má za účel zajistit přenos dat a řídicích povelů mezi dvěma a více elektronickými zařízeními. Přenos dat na sběrnici se řídí stanoveným protokolem.

V případě modulární architektury elektronického zařízení nebo počítače je sběrnice po mechanické stránce vybavena konektory uzpůsobenými pro připojení modulů.

9.2 RS-232

Standard RS-232, resp. jeho poslední varianta RS-232C z roku 1969 (také sériový port nebo sériová linka), se používá jako komunikační rozhraní osobních počítačů a další elektroniky. Jednotlivé datové bity jsou vysílány postupně za sebou (v sérii) po jednom páru vodičů v každém směru. Na rozdíl od síťové technologie Ethernet nebo rozhraní USB se tedy jedná o zcela bezkolizní fyzickou vrstvu.



Obr. 9.1: 9pinový konektor

Od roku 2010 se u osobních počítačů od RS-232 již téměř ustoupilo a bylo nahrazeno **univerzálním sériovým rozhraním (USB)**. V průmyslu jsou především jeho modifikace – standardy RS-422 a RS-485, velice rozšířeny a pro své specifické rysy tomu tak bude i nadále. V referenčním modelu ISO/OSI představuje pouze fyzickou vrstvu. Obvyklá rychlost přenosu: 115 200; 57 600; 38 400; 19 200; 9 600; 4 800; 2 400 [Bd]. Skutečná rychlost (v Baudech) je vždy nižší, protože ke každým 8mi datovým bitům se navíc přenáší ještě startbit, 1 nebo 2 stopbity a případně také paritní bit. Dosah je obvykle 15 m, záleží na kapacitě kabelů, pro nízkokapacitní kabely je možné až 300 m.

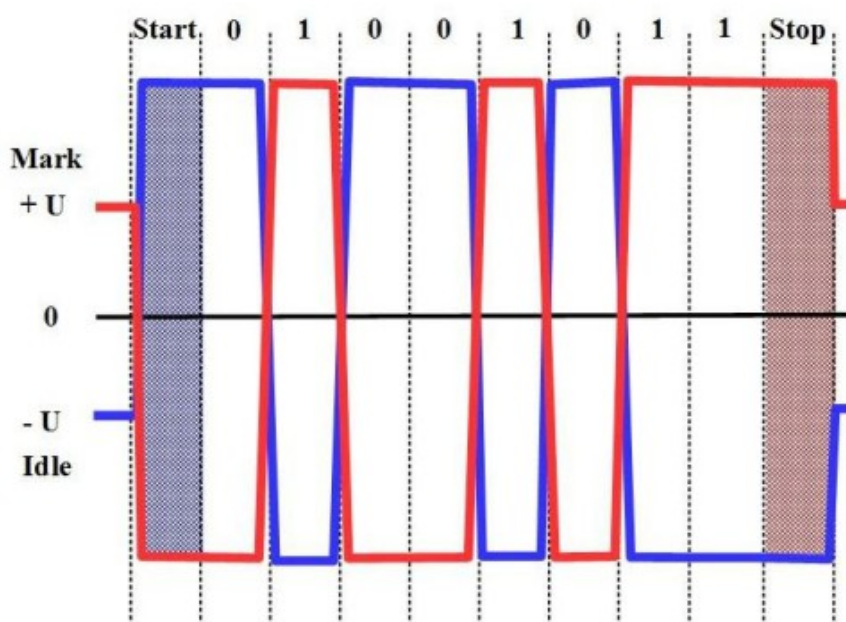
9.3 RS-422

RS-422 je standard sériové komunikace určující elektrické vlastnosti digitálních obvodů. Díky využití rozdílu potenciálů mezi vodiči (diferenciální přenos) je možné přenášet data rychlostí až 10 Mb/s a délka kabelu může dosahovat až 1500 metrů. Standard RS-422 definuje pouze úroveň signálů, ostatní vlastnosti sériového rozhraní určují jiné standardy. Nejčastěji se RS-422 používá pro prodloužení dosahu linky RS-232.

9.4 RS-485

EIA-485 (původně RS-485) je standard sériové komunikace definovaný v roce 1983 sdružením EIA. Používá se především v průmyslovém prostředí. Standard RS-485 je navržen tak, aby umožňoval vytvoření dvou vodičového poloduplexního vícebodového sériového spoje. Má stejný základ jako standard RS-232, od kterého se liší především jinou definicí napěťových úrovní, nepřítomností modemových signálů, možností vytváření sítí (též sběrnice) sestávajících z až 32 zařízení a možností komunikace na vzdálenost až 1200 m. Výhodou rovněž je, že linku RS-485 je možné vytvořit z široce rozšířeného standardu RS-232 pomocí jednoduchých převodníků úrovně.

Ukázka přenosu znaku 211 (hexadecimálně D3, dvojkově 11010011). Nejprve je vyslán start bit, pak 8 bitů počínaje LSB, bez parity, nakonec stop bit.



Obr. 9.2: Datagram RS-485 (přenos znaku „K“)

RS-485 (stejně tak RS-422) se vyznačuje dvou vodičovým propojením jednotek. Tyto vodiče se označují písmeny A a B, někdy se používá označení „-“ a „+“. V klidovém stavu by na vodiči A (neboli „-“) mělo být menší napětí než na vodiči B (neboli „+“). I když se pracuje s rozdílovým napětím, při spojení na delší vzdálenosti se musí kromě signálových vodičů (RxTx+ a RxTx-) propojit i země (GND, G) komunikujících zařízení (viz např. specifikace Modbusu). Příčinou je, že ve vzdálených místech mohou existovat značné rozdíly v potenciálu "země".

Při komunikaci na větší vzdálenosti musí být vedení na obou stranách zakončeno zakončovacím odpory neboli terminátory. Smyslem "terminátorů" je zabránit odrazům signálu od konců vedení, rovněž pomáhají zvýšit odolnost linky proti rušivým signálům. Terminátor by měl mít v ideálním případě hodnotu 110 Ω (tzv. obrazová impedance), výsledná impedance linky je pak 55 Ω (110 Ω || 110 Ω).

9.5 Modbus

Modbus je otevřený protokol pro vzájemnou komunikaci různých zařízení (PLC, dotykové displeje, I/O rozhraní apod.), který umožňuje přenášet data po různých sítích a sběrnicích. Komunikace funguje na principu předávání datových zpráv mezi klientem a serverem (master a slave).

Protokol Modbus definuje strukturu zprávy na úrovni protokolu (PDU – Protocol Data Unit) nezávisle na typu komunikační vrstvy. V závislosti na typu sítě, na které je protokol použit, je PDU rozšířena o další části a tvoří tak zprávu na aplikační úrovni (ADU – Application Data Unit).

9.6 Další protokoly používané v budovách

EIB (European Installation Bus) má decentralizovanou strukturu s liniovou, kruhovou nebo větvenou topologií. Je primárně určena pro elektroinstalace v budovách a napájení připojených členů probíhá přímo po sběrnici. KNX – jedná se o následníka EIB s větším množstvím funkcí. M-Bus – sběrnice, která se v budovách používá k připojování měřidel, např. elektroměrů, vodoměrů atp. LON-velmi rozšířená sběrnice pro budovy s protokolem LonTalk. BACNet protokol. Dnes velmi často realizovaná ve verzi BACNet/IP. Jedná se o komplexní protokol definující objekty, služby a jejich vazby.

10 Nadstavbové systémy

Pod pojmem nadstavbové systémy je potřeba vidět počítačový řídicí systém, který umožňuje dohled, řízení a archivaci událostí technologického procesu. Pro tyto systémy se používá pojem SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

$E=m \cdot c^2$

SCADA je systém, který umožňuje dohled, řízení, archivaci událostí technologických procesů. Řídicí systém je obvykle doplněn systémem získávání informací o stavu vzdáleného zařízení pro jeho zobrazení, zpracování a záznam dat.

Databáze a programy SCADA systémů jsou propojeny s HMI (Human Machine Interface).

$E=m \cdot c^2$

HMI je zobrazovací software, který provádí vizualizaci technologického procesu. HMI poskytuje obsluhu technologického zařízení podrobná schémata až ke konkrétním čidlům, poskytuje informace o řízení technologie, informace o trendech a diagnostické údaje.

SCADA obsahuje:

- vzdálené terminály, které převádí signály procesních senzorů na digitální data a umožňují spojení těchto senzorů s řídicím centrem,
- skriptovací jazyk, který má schopnost provádět řízení dílčích technologií nebo funkcionalit ve SCADA systému,
- možnost spojení do různých sítí WAN (World Area Network), LAN (Local Area Network), Ethernet apod.
- komunikaci s počítačovým HW přes vrstvy, jako je HAL k rychlejšímu zobrazování grafů, dat apod., což je v obrovském množství dat často zásadní.

Vývoj SCADA systému probíhal ve čtyřech generacích:

- Jednoduchý systém. Byl realizován mikropočítačem a byl autonomní. Běžné síťové služby nebyly v té době pro SCADA vyvinuty. Obvykle se jednalo o provedení „na klíč“ k jedné technologii.
- Distribuované systémy. Zpracování bylo rozděleno na více stanic, které byly připojené pomocí sítě LAN. Informace byla sdílena téměř v reálném čase. Každá stanice byla zodpovědná za určitý úkol, čímž se velikost a náklady na jednotlivé stanice oproti první generaci snížily. Síťové protokoly byly používány, ale ještě nebyly standardizovány. Velmi málo lidí mimo vývojářů vědělo o instalaci SCADA. Bezpečnost zařízení SCADA byla obvykle přehlížena.
- Síťové systémy. Systém SCADA je rozdělen na nejjednodušší součásti a připojen pomocí komunikačních protokolů. Několik distribuovaných architektur SCADA běží paralelně, s jediným nadřízeným, což může být

považováno za síťovou architekturu. Tento způsob umožňuje nákladově efektivní řešení ve velmi rozsáhlých systémech.

- Internetové systémy. S komerční dostupností „cloud computing“ se SCADA systémy stále více adaptují na používání internetu. To umožňuje výrazně snížit náklady na infrastrukturu a usnadnit údržbu a integraci.



Na trhu je možné se setkat s následujícími produkty:

- CITECT firmy Schneider Electric
 - WinCC firmy Siemens
 - RELIANCE firmy Geovap
 - ControlWeb firmy Moravské Přístroje – www.mii.cz
 - Wonderware In Touch firmy Schneider Electric
 - RSView Studio firmy Rockwell Automation
-