



Luca Ricci

Sistemi di domotica applicata per una casa intelligente

NUOVE TENDENZE NEL SETTORE DELLA HOME AUTOMATION



Luca Ricci

Sistemi di domotica applicata per una casa intelligente

NUOVE TENDENZE NEL SETTORE DELLA HOME AUTOMATION



Dario Flaccovio Editore

Luca Ricci

SISTEMI DI DOMOTICA APPLICATA PER UNA CASA INTELLIGENTE

ISBN 9788857904344

© 2015 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686

www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: marzo 2015

Ricci, Luca <1980->

Sistemi di domotica applicata per una casa intelligente : nuove tendenze nel settore della home automation /

Luca Ricci. - Palermo : D. Flaccovio, 2015.

ISBN 978-88-579-0434-4

I. Domotica.

621.3 CDD-22

SBN PAL0277256

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Stampa: Tipografia Priulla, Palermo, marzo 2015

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

INDICE

Premessa

Introduzione

Parte Prima

Progettazione e realizzazione di un impianto di domotica

1. Struttura generale di un impianto di domotica

1.1. Struttura gerarchica di un impianto domotico.....	pag. 22
1.2. Gli attuatori	» 25
1.2.1. Attuatori digitali.....	» 26
1.2.2. Attuatori dimmer.....	» 27
1.2.3. Attuatori comando tapparella.....	» 30
1.2.4. Attuatori analogici	» 31
1.2.5. Attuatori per clima	» 32
1.2.6. Attuatori per funzioni speciali	» 34
1.3. Comandi e sensori	» 35
1.3.1. Pulsanti e interfacce pulsanti	» 35
1.3.2. Sensori.....	» 37
1.4. I mezzi trasmissivi.....	» 39
1.4.1. Cavo dedicato.....	» 40
1.4.2. Onde radio.....	» 41
1.4.3. Onde convogliate	» 44
1.5. I protocolli	» 45
1.5.1. Protocolli aperti.....	» 46
1.5.2. Protocolli proprietari.....	» 48
1.5.3. Sistemi basati sulla supervisione	» 52

2. Progetto e preventivo di spesa

2.1. Funzioni di un impianto domotica	» 56
2.1.1. L'illuminazione	» 56
2.1.2. Il clima	» 60
2.1.3. Gestione automazioni.....	» 63
2.1.4. Antintrusione e sistemi di sicurezza	» 64
2.1.5. La videocitofonia	» 69
2.1.6. La videosorveglianza	» 71
2.1.7. Supervisione e controllo	» 73

2.2. Scegliere il sistema da utilizzare	»	81
2.3. Il preventivo di spesa	»	82
2.4. Installazione e cablaggio	»	84
2.5. Messa in servizio	»	86
2.6. Personalizzazioni d'impianto, touch screen e supervisione	»	87

Parte Seconda

Sistemi di domotica a confronto

3. MyHome di BTicino

3.1. Struttura generale del MyHome	»	96
3.2. Funzioni del MyHome	»	97
3.2.1. Automazione	»	98
3.2.2. Termoregolazione	»	100
3.2.3. Antintrusione.....	»	101
3.2.4. Videocitofonia e audio	»	101
3.2.5. Controllo carichi	»	103
3.2.6. Supervisione.....	»	104
3.3. Limiti del MyHome.....	»	106
3.4. Integrazione con altri sistemi	»	107

4. Sistemi basati sul protocollo Konnex

4.1. Struttura generale di un impianto Konnex	»	112
4.2. Funzioni di un impianto Konnex	»	114
4.2.1. Gestione luci	»	114
4.2.2. Gestione clima	»	117
4.2.3. Gestione automazioni.....	»	121
4.3. Konnex e sicurezza	»	121
4.4. Konnex e multimedia	»	124
4.5. Konnex e supervisione	»	128
4.6. Integrazioni esterne con Konnex.....	»	130

5. LonWork di Echelon

5.1. Struttura del LonWork.....	»	132
5.2. Funzioni LonWork per la domotica	»	132
5.3. Integrazione	»	134

6. ByMe di Vimar

6.1. Funzioni del sistema ByMe.....	»	136
-------------------------------------	---	-----

7. Altri sistemi proprietari

7.1. Vantage	» 139
7.2. Sistemi basati sul protocollo X10	» 141
7.3. Lutron	» 143
7.4. Duemmegi	» 144

8. Sistemi basati sulla supervisione

8.1. AMX e Crestron	» 146
8.2. RTI.....	» 148

**Parte Terza
Multimedia & Entertainment****9. Domotica e home entertainment**

9.1. L'home entertainment.....	» 153
9.2. Audio multiroom e sistemi di diffusione sonora	» 155
9.2.1. Multiroom su rete – SONOS	» 156
9.2.2. Sistemi audio su bus – WHD e MyHome	» 158
9.2.3. Matrici audio	» 159
9.2.4. DLNA ed AirPlay	» 161
9.3. Audio-video multiroom.....	» 162
9.3.1. Kaleidescape e iMerge	» 163
9.3.2. XBMC e sistemi di rete.....	» 164
9.3.3. Matrici audio-video.....	» 165

APPENDICE

A1. Supervisione integrata	» 169
A2. La rete delle reti – Fondamenti di networking	» 170
A3. Domotica e risparmio energetico	» 171
A4. HDMI HDbaseT	» 173
A5. Smartwatch e domotica	» 174

Premessa

Qualche tempo fa, durante un corso di aggiornamento, un mio collega lasciò tutti a bocca aperta con una frase apparentemente provocatoria: “Chi fa innovazione non deve studiare nulla, perché le cose che deve fare, ancora non le hanno scritte”. Ovviamente è falso, perché l’innovazione nasce sempre e solo in termini di progresso, anche se talora radicale e rivoluzionario, rispetto allo stato precedente della scienza e della tecnica. Tuttavia, sotto un certo punto di vista, aveva ragione: più una materia è nuova, più le risorse bibliografiche scarseggiano. Tutto ciò è valido, anche e soprattutto, per l’argomento “domotica”. A tutt’oggi non esistono veri e propri testi di riferimento o manuali accademici. A dire la verità, lo stesso contenuto di questa materia resta da definire. Il tutto è complicato dalla rapidità con cui la domotica evolve. Un qualsiasi testo sull’argomento, scritto anche solo cinque anni fa, sarebbe oggi totalmente superato.

Io stesso, nel tempo intercorso tra l’inizio della stesura e la conclusione di questo libro, mi sono trovato a dover aggiornare i contenuti dei primi capitoli.

Tutto questo significa che, probabilmente, le informazioni tecniche più valide sono quelle contenute nei manuali e nelle schede di prodotto delle aziende di componenti, sistemi e software per la domotica.

Il limite di questa, seppur importantissima, fonte di informazioni è che manca completamente di organicità. Chi non è già “addetto ai lavori” non ha alcuna possibilità di farsi un quadro di insieme sulla domotica semplicemente leggendo i manuali delle varie aziende.

Il punto di partenza del presente testo è stato proprio questo: dare una visione d’insieme sull’argomento, un quadro di sintesi, in cui i vari prodotti potessero trovare una loro collocazione. Lo scopo non è tanto quello di descrivere i vari sistemi, quanto di dare al lettore uno strumento per interpretarli in un contesto unitario. Questo stesso strumento potrà poi essere utilizzato anche per analizzare sistemi nuovi, non contenuti in questo testo, o per raffrontare sistemi diversi.

Seguendo questa falsa riga mi sono reso conto che mancava anche una vera e propria definizione di domotica e di conseguenza di criteri che permettessero di distinguere, al di là delle pubblicità tutt’altro che chiare, ciò che è domotica e ciò che non lo è. Credo che lo sviluppo del settore passi necessariamente anche da qui. Oggi troppi prodotti vengono venduti come “domotica” solo per moda o per esigenze di marketing approfittando del fatto che il cliente non sia sufficientemente informato per capire la differenza.

Ecco perché, pur essendo sostanzialmente un manuale tecnico, questo testo non è

rivolto semplicemente a tecnici ma anche a tutti coloro che, come clienti, consulenti o imprese, vogliono essere in grado di capire davvero ciò che viene loro offerto e proposto come “domotica”. Cercando di dare un contenuto a questo termine per ora vago, ho scoperto che la stessa collocazione della domotica nell’ambito del sapere è controversa. In alcuni siti web si parla addirittura di una scienza o di una nuova tecnologia. La domotica non è, senza alcun dubbio, una scienza. Mancherebbe di oggetto e metodo. Né si tratta di una nuova tecnologia visto che, più che altro, è una nuova applicazione di tecnologie già esistenti.

La domotica è propriamente una tecnica, un modo nuovo di concepire e progettare gli impianti domestici.

L’aspetto più intrigante e la maggiore fonte di complessità di questa tecnica è l’interdisciplinarietà. La domotica coinvolge aspetti diversissimi, dalle reti ai sistemi di sicurezza, dall’illuminotecnica alla climatizzazione, dal fotovoltaico all’audio. La vera difficoltà per un professionista della domotica è la necessità di comprendere, e nemmeno troppo in superficie, tutti questi aspetti diversissimi che riguardano una casa moderna e saperli fondere in un unico sistema. Da questa operazione, da questa “integrazione” nasce la domotica come impianto e come tecnica, ed è per questo che un ruolo cruciale, nel testo come nella realtà, viene dato alla figura del system integrator, termine non equivoco con cui viene indicato il professionista che si occupa dell’impianto domotico.

Attualmente l’unica strada per diventare professionisti del settore è fare pratica. È un lavoro di consulenza che viene appreso sul campo a contatto con dei professionisti. Non esiste un percorso di studi, né esiste un percorso formativo privilegiato. Credo però che questo testo possa essere un ottimo punto di partenza per chi vuole fare della domotica il proprio mestiere; un modo per avvicinarsi a questa nuova tecnica in modo meno empirico e anche per evitare i primi grossolani errori, oltre ad essere, ovviamente, uno strumento per comprendere quello che offre il mercato, argomento a cui è dedicata la seconda parte del libro.

L’ultima parte del libro è dedicata all’aspetto più ludico di un moderno sistema di domotica: l’audio e l’audio-video. L’argomento è talmente vasto che potrebbe costituire materia a sé. Qui viene trattato soprattutto come parte dell’impianto di domotica. Per intenderci non parliamo di come posizionare e dimensionare le casse acustiche o di come migliorare la qualità di visione di un proiettore, ma solo di come i sistemi di intrattenimento domestico possano essere progettati all’interno di un impianto domotico. L’importanza relativa di quest’argomento deriva dal fatto che oggi i sistemi di home entertainment, complice la rete, sono una parte fondamentale delle nostre case. La relazione tra domotica e dispositivi audio-video è bidirezionale. Non solo il moderno smart-tv è un oggetto controllato dal sistema di domotica, ma è anche un’interfaccia utilizzata dall’utente per controllare l’impianto di domotica. È una vera fusione di tecnologie tutta da realizzare. Ed è nell’integrazione tra questi diversi dispositivi,

da guardare senza pregiudizi, che si gioca probabilmente la partita dell'evoluzione futura dei sistemi di domotica.

Anche in questo caso la descrizione di sistemi esistenti non è assolutamente esaustiva, ma è solo funzionale a cercare di creare delle categorie in base alle quali poter inquadrare le varie soluzioni tecnologiche, per oggi e per il prossimo futuro.

Una tecnica complessa quindi, una materia vasta e giovane che sconta ancora molte imprecisioni e tanta cattiva pubblicità, della quale questo testo vuole dare una panoramica concreta e pratica, volta a tutti, tecnici e non, con l'ambizione di stabilire dei criteri guida che possano essere validi per più tempo di un catalogo aziendale.

Introduzione

Domotica è un termine così pieno di sfumature e significati che negli ultimi anni alcuni analisti di marketing hanno suggerito di sostituirlo con altri più familiari che non spaventino il potenziale cliente. Lasciando perdere l'etimologia¹, è facile intuire che il termine allude ad una “casa-informatica”, cioè una casa gestibile attraverso gli strumenti informatici che fanno ormai parte della vita quotidiana.

Nell'immaginario collettivo, la domotica rievoca film di fantascienza nei quali il proprietario controlla la casa semplicemente parlando con un computer in grado di svolgere praticamente qualsiasi funzione, come in *2001: Odissea nello spazio*.

Ancora oggi non è così semplice definire l'effettivo significato di domotica.

Si cercherà quindi di fare un po' di chiarezza.

La domotica è un sistema digitale integrato di gestione degli impianti in ambito domestico. Gli elementi che contraddistinguono un sistema di domotica sono:

- controllo
- integrazione
- digitalizzazione.

Oggetto della domotica è il controllo di tutti gli impianti (elettrico, climatizzazione, automazioni, sicurezza, videosorveglianza ecc.), i quali, nonostante continuino ad esistere in quanto tali e con le proprie peculiarità, sono gestiti da un altro impianto, per l'appunto quello domotico. Quindi, a differenza di quanto alcune pubblicità poco chiare possano far intendere, la domotica non deve essere considerata come un impianto elettrico evoluto, ma come un ulteriore sistema da installare nelle abitazioni.

La domotica è un sistema di controllo, ciò significa che in sé non svolge nessuna funzione.

Ad esempio, nelle auto, l'ABS controlla i freni ma non è un impianto frenante. Il sistema di controllo (l'ABS), resta qualcosa di indipendente dall'impianto controllato (i freni).

Altro elemento fondamentale di un impianto di domotica è l'*integrazione*. Per *integrazione* s'intende che i vari sottosistemi possono scambiarsi tra di loro informazioni e interagire in base a logiche comuni.

In altre parole, ci si trova in presenza di un sistema domotico se, disinserendo l'al-

¹ Il termine domotica deriva dal francese *domotique*, contrazione della parola latina *domus* (casa) e di quella francese *automatique* (automatica), anche se non vi è pieno accordo su questo. In ogni caso, è da notare che all'estero si sono affermati altri termini, come *smart home* e *home automation*.

larme, l'antifurto è in grado di comunicare al sottosistema luci di accendere i faretto dell'ingresso, al sottosistema clima di portare la temperatura al livello comfort, al sottosistema automazioni di alzare le tapparelle e al sottosistema audio di far partire della musica in sottofondo.

Si verifica, quindi, questa sequenza di comandi che coinvolge, integrandoli, più impianti domestici:

ANTIFURTO DISINSERITO > ACCENSIONI LUCI BENTORNATO > CLIMA LIVELLO COMFORT > TUTTE TAPPARELLE SU > AUDIO PLAY CANALE 1 BRANO 1



Figura 1. Sequenza di comandi in un impianto di domotica. In un impianto di domotica le informazioni devono passare da un sottosistema all'altro. Ad esempio, un pulsante di uscita invia il comando di spegnimento generale alle luci, ma anche la chiusura di tutte le tapparelle, l'abbassamento della temperatura e l'inserimento dell'antifurto

Oltre all'aspetto tecnico, l'integrazione dei componenti ha implicazioni commerciali di rilievo. Perché i prodotti possano effettivamente parlarsi tra di loro in una casa è necessario che i produttori si siano in qualche modo accordati, anche implicitamente, sulla base di uno standard.

Questo significa che il cliente è libero di stabilire cosa acquistare da una ditta e cosa da un'altra. È facile intuire perché le aziende spesso fanno un sottile ostruzionismo all'integrazione.

L'integrazione nasconde insidie per i tecnici che devono realizzare gli impianti.

Ogni singolo impiantista (termoidraulico, elettricista, antennista, sicurezza) tende a utilizzare i propri sistemi di controllo. Fare un impianto di domotica significa, invece, dotare la casa di un unico sistema di controllo per tutto, dal clima alle luci, dall'antifurto all'audio; questo richiede serietà e professionalità da parte di tutti gli attori coinvolti nella realizzazione di una casa.

È bene chiarire subito che lo scopo deve essere quello di realizzare un sistema di controllo unificato che renda la gestione della casa quanto più semplice possibile. La domotica è semplificazione. Non più decine di dispositivi diversi per ogni utenza ma un sistema unico e unificato che sfrutta interfacce *user friendly* come i touch screen o i tablet per rendere tutto semplice e intuitivo.

La domotica può risultare complessa solo quando è realizzata male o da personale non competente.

L'importanza del concetto d'integrazione, nell'ambito della realizzazione degli im-

pianti di domotica, è sottolineata dal fatto che i tecnici specializzati sono definiti all'estero (ma il termine va diffondendosi anche in Italia) *system integrator*.

A tal proposito va sottolineato che la realizzazione di un impianto di domotica deve essere affidata a una figura professionale nuova e diversa dagli impiantisti tradizionali; questo ovviamente non significa che un installatore elettrico non possa specializzarsi e diventare anche *system integrator*, ma deve investire in un percorso di formazione specifico per acquisire le necessarie e diverse competenze.

L'ultimo aspetto che qualifica un impianto come domotico è il fatto che sia digitale. Le informazioni tra i componenti devono essere trasmesse sotto forma di bit; questa è una condizione necessaria perché tutte le operazioni effettuate dall'impianto possano essere gestite in modo intelligente. Ciò può sembrare ovvio o marginale ma non è così. Nel caos creato dal marketing sarà proprio questa una delle linee guida per capire cosa è davvero domotica e cosa non lo è.

L'ultimo aspetto al quale bisogna prestare attenzione è l'ambito di applicazione.

Si sente spesso parlare di domotica applicata allo yachting o domotica applicata agli alberghi, ma la domotica è tale solo se applicata alla *domus*, cioè alla casa.

Poco conta se, con le stesse tecnologie, realizziamo un albergo o uno yacht. In questo caso non si deve parlare di domotica ma di qualcos'altro.

In fondo, le stesse tecnologie sono utilizzate da anni nelle auto per la gestione dei sistemi evoluti come ABS, airbag ecc., ma non per questo si parla di domotica applicata alle auto.

Costi e benefici

La domotica, dunque, non è una tecnologia dai contorni oscuri e futuristici e dalla dubbia potenzialità applicativa, bensì qualcosa di concreto e attuale, così come concreti sono i benefici che essa può apportare nella vita quotidiana, ad esempio:

- razionalizzazione dei consumi energetici sia che si tratti di corrente elettrica che di gas;
- aumento della sicurezza dell'impianto elettrico in termini di riduzione sia del rischio di folgorazione sia di corti circuiti e dispersioni;
- aumento della sicurezza in termini di capacità della casa di rispondere in maniera attiva alle emergenze (*safety*);
- incremento del comfort;
- maggiore flessibilità nell'uso ordinario e straordinario dell'impianto;
- controllo centralizzato-decentralizzato dell'impianto in tutte le sue componenti;
- controllo via internet o comunque da remoto di tutte le variabili di funzionamento.

Ovviamente l'elenco non è esaustivo, ma se si dovesse fare una sintesi si potrebbe dire che il principale vantaggio derivante dalla realizzazione di un impianto domotico in una casa moderna è la semplicità.

La domotica è il risultato di un'evoluzione naturale degli impianti. Nelle case di cinquant'anni fa, dove gli impianti prevedevano la presenza di un punto luce in ogni stanza e poco più, la domotica sarebbe stata completamente inutile; ma con il tempo le luci sono diventate più numerose e spesso regolabili in intensità. Poi sono arrivati i sistemi di climatizzazione, sempre più precisi e complessi, le tapparelle elettrificate, l'antifurto, la videosorveglianza e, infine, i sistemi multimediali per l'audio e l'intrattenimento domestico in genere. Ciascun dispositivo ha il proprio comando o telecomando e questo ha sicuramente creato confusione all'interno delle abitazioni. Per queste ragioni nasce dunque la domotica. La diffusione dei tablet e degli smartphone ha fatto il resto, poiché si tratta di strumenti semplici e accessibili tramite cui controllare tutto.

Si ottiene così un impianto nel suo complesso più efficiente, facile da gestire e razionale. Un altro benefit non proprio tecnico è l'impatto sull'interior design. I componenti per la domotica sono di gran lunga più accattivanti delle classiche serie civili da installazione e, oggi, chi si affaccia sul mercato della domotica troverà soluzioni estetiche davvero innovative.

Dal punto di vista tecnico questo è il risultato del fatto che la meccanica dell'interruttore non è più presente, quindi il punto di comando può essere realizzato in varie forme e con materiali diversi.

Ovviamente, tutto questo ha un costo e frequentemente ci si domanda a quanto ammontino le spese aggiuntive rispetto a un impianto elettrico tradizionale.

In realtà, un confronto in termini economici tra un impianto elettrico e uno domotico non ha senso. La domotica non è un impianto elettrico evoluto, ma un nuovo impianto che controlla anche la parte elettrica². Sarebbe quindi più corretto chiedersi quanto incida l'impianto di domotica sul costo totale degli impianti.

La domotica però può essere realizzata a vari livelli e con sistemi differenti. Una risposta sensata a questa domanda richiede alcune precisazioni.

Un impianto di domotica limitato al controllo di luci e carichi (le parti che normalmente riguardano un impianto elettrico) e senza regolazione dell'intensità delle luci, quello che si può considerare un livello base, incide del 10-20% sul valore degli im-

² L'equivoco per cui un impianto di domotica è l'evoluzione di un impianto elettrico deriva, da un lato, dal fatto che i prodotti e i sistemi per la domotica sono stati sviluppati elettivamente dalle aziende attive nel settore degli impianti elettrici, dall'altro, dal fatto che la posa in opera dei componenti richiede l'intervento dell'installatore elettrico.

La stessa cosa avviene però per molti altri sistemi che con il tempo si sono sovrapposti e/o affiancati all'impianto elettrico. L'antifurto ad esempio, pur essendo generalmente installato dall'elettricista e prodotto da aziende attive nell'elettrico, resta un impianto a se stante, così come i termostati per la climatizzazione o il sistema di distribuzione dati (internet) e la videosorveglianza. In altre parole, con il tempo gli impianti domestici sono diventati sempre più complessi e questo ha imposto all'elettricista tradizionale di aggiornarsi costantemente e diventare installatore di diversi impianti in contemporanea, che non sono propriamente elettrici.

pianti³. Maggiori sono le dimensioni dell'impianto, minore sarà l'incidenza di costo della domotica.

Il costo varierà anche in funzione del tipo di sistema di domotica scelto. Come si vedrà meglio in seguito, esistono diverse tecnologie per realizzare un impianto di domotica, alcune con costi pari quasi al doppio di altre.

Un impianto di domotica completo, esclusa la parte audio e audio-video e al netto di scelte di design, come tastierini⁴ e touch screen, per un appartamento di medie dimensioni (120 m²), inciderà fino al 50% sul costo degli impianti.

Ma la domotica offre per l'appunto un'infinità di optional (touch screen, controlli biometrici, controlli vocali ecc.) e di soluzioni di design che possono fare aumentare ulteriormente i costi; questi lievitano poi in maniera esponenziale se si aggiunge anche la parte audio e audio-video.

Se sui benefici di un impianto domotico c'è confusione, sugli svantaggi è anche peggio. Nel corso degli ultimi anni sono state mosse diverse accuse alla domotica, tutte rigorosamente false.

Le principali sono riportate di seguito.

LA DOMOTICA È POCO AFFIDABILE E I COMPONENTI SONO SOGGETTI A FREQUENTI ROTTURE

Falso. Alcuni componenti sono testati per un utilizzo continuo e gravosissimo. Molti dei componenti destinati ad impianti di domotica, in particolare quelli certificati, sono destinati ad essere utilizzati in ambienti quali ospedali o fabbriche dove l'affidabilità è assolutamente prioritaria.

LA DOMOTICA È DIFFICILE DA GESTIRE

Falso. L'uso di un impianto di domotica è semplicissimo e molto più intuitivo di quello tradizionale, inoltre molte funzioni sono in realtà svolte in modo del tutto automatico. L'uso di funzioni più complesse, come il controllo dal touch screen o dal web server, non è strettamente necessario per far funzionare l'impianto e può essere affidato a chi in famiglia ha maggiore dimestichezza con l'informatica. Solo un impianto di domotica fatto male, o da personale non competente, può risultare complesso da utilizzare.

È DIFFICILE AVERE ASSISTENZA IN QUANTO CI SONO POCHI ELETTRICISTI IN GRADO DI RIPARARE L'IMPIANTO

Falso. È vero che attualmente pochi elettricisti hanno sviluppato il *know-how* necessario, ma in realtà l'errore è a monte. L'impianto di domotica deve essere affidato a

³ Ovviamente si tratta di valori stimati.

⁴ In un impianto di domotica i pulsanti tradizionali (o interruttori) possono essere sostituiti con componenti speciali in grado di comunicare direttamente con gli altri dispositivi dell'impianto senza alcuna interfaccia. Questi componenti sono chiamati in gergo *tastierini*. Rispetto ai pulsanti tradizionali i tastierini si presentano con un design innovativo e possono svolgere più funzioni in una, ad esempio, controllo luci, termostato, antifurto, musica e ogni altra funzione connessa all'impianto di domotica.

un *system integrator* e quello elettrico a un elettricista che, necessariamente, date le intense correlazioni tra elettrico e domotica, dovranno lavorare in sintonia. Posto tutto questo, generalmente i *system integrator* stipulano contratti di assistenza che garantiscono l'intervento in 24 ore. C'è da aggiungere che su molti tipi di impianti è possibile effettuare un servizio di assistenza da remoto via internet in tempo reale.

SE SI ROMPE QUALCOSA È DIFFICILE TROVARE I PEZZI DI RICAMBIO

È vero solo se si scelgono sistemi di domotica poco distribuiti nella propria zona. Inoltre si può constatare che il problema delle forniture è minore quando si tratta di aziende specializzate. Produttori che si occupano solo di componenti per la domotica hanno tempi di consegna dal momento dell'ordine di 2-3 giorni lavorativi; inoltre, la maggior parte dei *system integrator* dispone di un magazzino ben fornito, almeno per le funzioni di base di qualsiasi impianto.

In definitiva, l'unico vero "contro" alla realizzazione di un impianto di domotica è il maggior costo. D'altro canto, se spostiamo l'analisi sul costo complessivo dei lavori di ristrutturazione o di realizzazione di un immobile, il costo aggiuntivo per dotare una casa di un impianto di domotica è irrisorio.

PARTE PRIMA
Progettazione e realizzazione
di un impianto di domotica

1. Struttura generale di un impianto di domotica

Qualunque siano le funzioni e la complessità di un impianto di domotica, questo è costituito sempre da tre elementi:

- comandi (componenti che trasmettono l'ordine di eseguire una determinata operazione, si pensi al pulsante che comanda l'accensione di una lampadina);
- attuatori (componenti che svolgono fisicamente una determinata funzione, come l'accensione di una luce);
- mezzi trasmissivi (mezzi fisici attraverso cui gli ordini vengono trasmessi dal comando all'attuatore).

Esistono attuatori che svolgono funzioni più complesse della semplice accensione di una lampadina, così come esistono comandi più evoluti di un semplice pulsante (si pensi al touch screen), ma lo schema di funzionamento è sempre lo stesso.

Molti degli errori di progettazione o di realizzazione di un impianto di domotica dipendono semplicemente dall'aver perso di vista questo semplice meccanismo:

COMANDO > MEZZO TRASMISSIVO > ATTUATORE.



Figura 1.1. Meccanismo di funzionamento di un impianto di domotica

Di seguito si analizzeranno i vari tipi di comandi, di attuatori e di mezzi trasmissivi. Per costruire correttamente un impianto di domotica in grado di svolgere le funzioni

richieste dal cliente finale bisogna conoscere a fondo i vari dispositivi e capire come combinarli.

Bisogna fare prima una precisazione: attualmente esiste sul mercato un elevato numero di sistemi di domotica. Nell'esaminare, di seguito, le varie tipologie di componenti si fa implicitamente riferimento a quelli che sono i sistemi più diffusi sul mercato italiano. Nella seconda parte di questo testo si analizzeranno i singoli sistemi con le loro peculiarità.

Il funzionamento dell'impianto nella sua interezza può essere reso più complesso dall'uso di moduli logici o memorie che non si limitano a trasmettere dei comandi ma elaborano le informazioni presenti sull'impianto. Questi sono forse gli unici componenti che sfuggono alla classificazione comando o attuatore.

Al riguardo, vale la pena notare che i comandi sono informazioni più o meno complesse. La pressione di un pulsante è un'informazione, così come la temperatura ambiente trasmessa da una sonda (termostato). Un modulo logico è un componente che elabora le informazioni presenti sull'impianto. Per esempio, la pressione di un tasto potrebbe inviare un comando non direttamente all'attuatore che accende la luce, ma a un modulo logico che poi provvederà ad inviare il comando di accensione all'attuatore, soltanto se è notte, informazione resa disponibile da un sensore crepuscolare all'esterno.

In alcune circostanze, non è possibile collegare un'utenza direttamente a un attuatore domotico. Ad esempio, succede spesso con gli split dell'aria condizionata o con i sistemi di climatizzazione in genere; in questi casi, infatti, i sottosistemi da controllare hanno un grado di complessità talmente alto che già dispongono di elettroniche evolute.

In queste situazioni l'integrazione del componente all'interno dell'impianto di domotica non può avvenire direttamente ma deve realizzarsi attraverso un'interfaccia. In linea di massima quest'ultima è un componente hardware che consente a due sistemi di controllo (quello domotico e quello specialistico della singola macchina) di dialogare tra di loro a livello informatico.

1.1. Struttura gerarchica di un impianto domotico

L'uso delle interfacce introduce al concetto di struttura gerarchica di un impianto di domotica.

Si parla di struttura gerarchica quando l'impianto domotico è composto da più mini-sistemi digitali di controllo specialistici integrati, a loro volta, in un sistema di controllo superiore.

Ad esempio, la struttura hardware/software di un impianto di climatizzazione moderno è un mini-sistema digitale di controllo dedicato ad una funzione specifica: la climatizzazione. Se questo viene inserito, attraverso un'interfaccia, in un impianto

digitale che controlla anche le luci, siamo in presenza di un impianto di domotica con struttura gerarchica.

Volendo semplificare, si può andare da una struttura completamente “piatta”, in cui tutti i sottosistemi sono uguali tra loro, ad una struttura totalmente gerarchica in cui tutti i sottosistemi riportano ad un sistema di controllo superiore.

Ovviamente non esiste una separazione netta e un impianto può essere il risultato di una qualsiasi combinazione di questi due schemi logici di funzionamento.

L'argomento è uno dei più controversi nell'ambito della progettazione e della realizzazione di impianti di domotica. Alcuni system integrator sono favorevoli alla realizzazione di impianti di domotica con una struttura gerarchica, altri prediligono strutture “piatte”.

Il vantaggio della struttura gerarchica è che i sistemi specialistici, nati e progettati sia nell'hardware sia nel software per lo svolgimento di una funzione specifica, sono più rapidi nell'elaborare le informazioni, più affidabili ed efficienti, oltre che generalmente meno costosi.

D'altro canto, in una struttura gerarchica molte potenzialità legate all'integrazione dell'impianto tendono a perdersi. Le interfacce necessarie possono rappresentare dei colli di bottiglia che rallentano il funzionamento complessivo del sistema.

Il problema non è di poco conto. C'è da considerare che alcune funzioni domestiche, come l'illuminazione, richiedono una quantità di dati di gran lunga inferiore ad altre, come la gestione del clima. Le interfacce in questo caso sono qualcosa di più che semplici interpreti tra componenti che parlano lingue differenti, ma si occupano anche di sincronizzare le informazioni in transito. Riversare su di un sistema a 9600 bit/s le informazioni provenienti da un sistema che viaggia a 54.600 bit/s non è semplice; inoltre c'è sempre la possibilità che uno dei due vada in crash.

La questione è stata oggi rivoluzionata dalla diffusione, su tutti i dispositivi, della connessione ethernet, che rende la rete interna di una casa una piattaforma naturale di comunicazione intrinsecamente priva di ogni gerarchia.

Attualmente, si è praticamente costretti, dove si voglia raggiungere un elevato livello di integrazione, a ragionare in termini di strutture miste.

Qualsiasi sia la struttura che si voglia dare al proprio impianto di domotica, la scelta deve essere fatta in fase di progettazione. Non è possibile improvvisare senza rischio di spiacevoli sorprese. Ad esempio, la prassi di scegliere il sistema di condizionamento o quello d'intrattenimento domestico all'ultimo momento è un errore grave che inficia irrimediabilmente la qualità del sistema di domotica che si andrà a realizzare.

Non esiste una regola su come strutturare un impianto, ma si può fare una check list degli aspetti di cui tener conto:

- valutare i singoli sistemi presenti e le loro peculiarità. Ogni scelta deve essere fatta valutando costi e benefici di ogni soluzione. La valutazione sul tipo di impianto da

La programmazione di un attuatore di questo tipo è un po' più complessa poiché è necessario impostare delle curve di controllo che determinino il comportamento del ventilconvettore in base al differenziale tra la temperatura richiesta e la temperatura registrata dalla sonda. Inoltre, la maggior parte dei sistemi moderni richiede anche un controllo dell'inerzia termica dell'ambiente e dell'isteresi¹⁰.

In questo caso, è evidente che il risultato finale dipenderà in maniera significativa dalle capacità del system integrator, mentre al prodotto si richiede più che altro flessibilità nella programmazione.

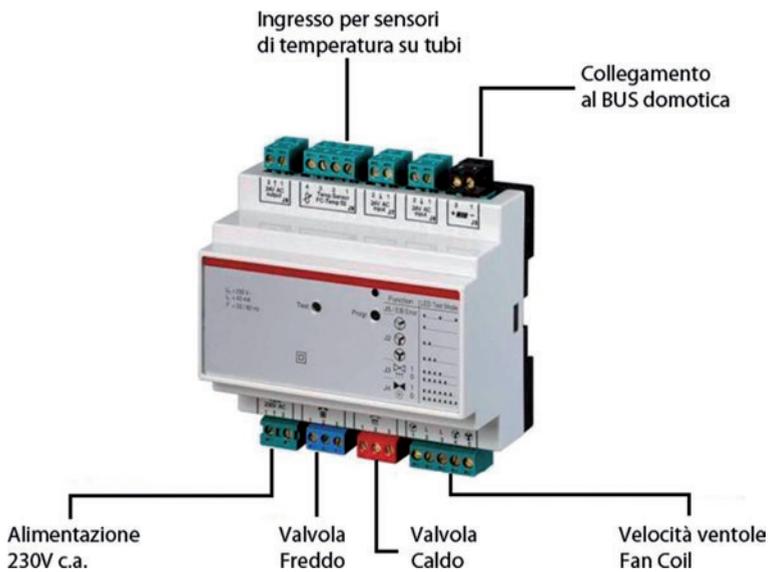


Figura 1.4. Esempio di attuatore per fan coil

¹⁰ L'inerzia termica indica il tempo necessario per portare l'ambiente dalla temperatura letta alla temperatura impostata.

L'isteresi è il margine di tolleranza prima che l'attuatore intervenga modificando il comportamento. In genere queste impostazioni vengono fatte nella programmazione del termostato ambiente. Nel caso del fan coil, il controllo è svolto da una funzione detta PID. Il termostato comunica solo la differenza in termini percentuali tra la temperatura letta e quella richiesta. È l'attuatore che elabora questa informazione in base alle curve impostate, ma anche ad informazioni come la temperatura dell'acqua nel circuito, la temperatura esterna ecc. È per questo motivo che isteresi e inerzia in questo caso sono da programmare sullo stesso fan coil. Si spiega quindi anche perché l'attuatore fan coil sia un po' l'attuatore più complesso per quanto riguarda la programmazione. Tutto questo vale ovviamente solo in sistemi liberamente programmabili come il Konnex o il LonWork. Sistemi proprietari come il MyHome di BTicino sono preimpostati di fabbrica. L'attuatore, in questo caso, non svolge nessuna operazione per tradurre il valore ricevuto dal termostato o dalla centralina in un'operazione concreta come aprire il fan coil alla velocità 1, 2 o 3. Tutta la logica è svolta dalla centralina clima che invia all'attuatore direttamente il comando "apri alla velocità 1 o 2 o 3".

1.5.2. Protocolli proprietari

I protocolli di comunicazione proprietari sono quelli, come accennato sopra, realizzati direttamente dall'azienda produttrice dell'hardware. Si tratta di un linguaggio adottato solo dai componenti di quello specifico produttore. Ovviamente i prodotti che adottano questo specifico standard non saranno in grado di comunicare con componenti di altri produttori¹⁹.

Negli ultimi tempi la maggior parte dei produttori di sistemi di domotica a protocollo proprietario ha sviluppato delle interfacce tra il proprio bus e il protocollo TCP/IP, in modo da poter gestire il sistema attraverso la rete dati. Qualsiasi PC, palmare o touch screen connesso alla rete dati domestica può inviare e ricevere informazioni dal sistema di domotica attraverso la rete dati.

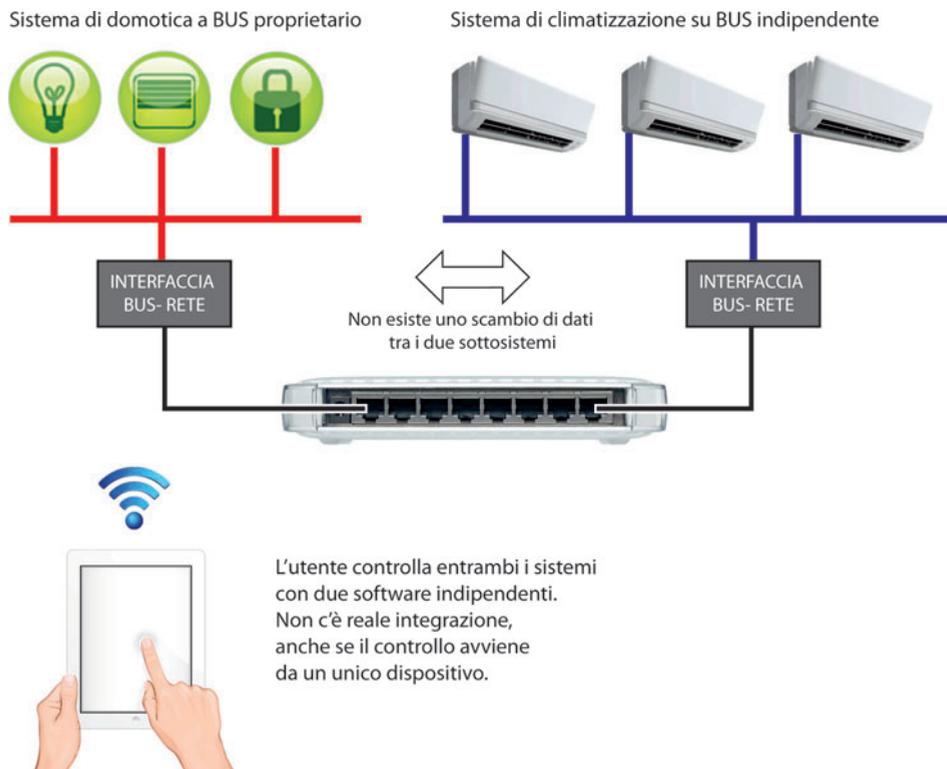


Figura 1.7. Integrazione tra dispositivi a bus proprietario via TCP/IP

¹⁹ Attenzione, il limite è del prodotto a protocollo proprietario, non degli altri. Quindi se un prodotto Konnex non può dialogare (in realtà esistono delle interfacce) con il prodotto BTicino dipende da quest'ultimo.

2. Progetto e preventivo di spesa

Analizzati i componenti e la struttura di un impianto di domotica si passa al processo che porta al progetto e quindi al preventivo di un impianto. In altre parole, si studierà come mettere insieme i vari elementi per realizzare un impianto in grado di soddisfare le richieste esplicite ed implicite del cliente finale.

Il processo corretto per la progettazione di un impianto di domotica deve comprendere, nell'ordine, i seguenti passaggi:

- identificazione delle richieste e dei desideri del cliente finale circa le funzioni dell'impianto che si intende realizzare;
- analisi degli impianti che si intende realizzare e della modalità con cui verranno realizzati;
- distinta base;
- identificazione dei sistemi evoluti di supervisione e controllo.

Può sembrare strano ma la parte più difficile e delicata è proprio l'identificazione delle esigenze del cliente finale. Soprattutto in ambito residenziale, le esigenze sono spesso implicite o non chiaramente manifestate dal committente. È importante ascoltare tutti i soggetti che abiteranno la casa e suggerire, senza mai imporre, possibili soluzioni. In un processo del genere sono fondamentali la competenza e la correttezza del system integrator e l'instaurarsi di un buon feeling con tutti gli interlocutori, primo tra tutti l'interior designer.

La seconda fase, più avanzata, richiede un incontro con tutte le maestranze che saranno coinvolte nel progetto. Le interazioni tra domotica, impianto elettrico e termoidraulico sono numerose. Perché questa parte del processo abbia successo, è necessario avere ben chiari gli obiettivi del cliente finale e avere l'autorità per dirigere le altre maestranze.

Sarà più semplice stendere il progetto con la distinta base del materiale necessario, e quindi il preventivo di spesa, se queste prime due fasi sono svolte con precisione, correttezza e competenza.

In ultima analisi, sarà necessario identificare i sistemi che saranno deputati alla supervisione e al controllo dell'impianto.

È prassi errata partire proprio dal touch screen per poi sviluppare il progetto della domotica che dovrà essere controllata da quel touch. I sistemi di supervisione devono essere selezionati per la loro attitudine a controllare l'impianto di domotica; devono pertanto essere scelti o proposti al cliente solo quando è ben chiaro che tipo di impianto e che funzioni dovranno gestire.

In questa fase, i molti dubbi del cliente portano spesso alla soluzione diplomatica di predisporre l'impianto per future applicazioni. In apparenza è una scelta sensata, ma bisogna tenere conto del fatto che le tecnologie possono cambiare nel tempo. Dunque, anche ciò che va semplicemente predisposto deve essere pensato e incluso nel progetto nei minimi dettagli, come se dovesse essere realizzato, e il cliente reso partecipe del fatto che, anche se economicamente ha spostato una spesa nel tempo, una scelta è comunque stata fatta.

Tornando al primo step, si vedranno quali sono le funzioni che possono essere incluse nell'impianto di domotica che dovranno essere discusse con il cliente.

2.1. Funzioni di un impianto domotica

2.1.1. L'illuminazione

Il primo aspetto da analizzare nella progettazione di un impianto di domotica è la gestione luci. Di seguito i principali vantaggi per l'utente finale.

POSSIBILITÀ DI GESTIRE L'ILLUMINAZIONE, ANCHE DI AMBIENTI GRANDI, ATTRAVERSO POCHI SEMPLICI PULSANTI

Si pensi ad un moderno salone con oltre sei accensioni indipendenti, magari dimmerabili. Per gestire tutto, in un impianto tradizionale, saranno necessari sei o più pulsanti e anche solo ricordare la funzione di ciascun pulsante può essere complicato. Con la domotica anche il salone più complesso può essere gestito con non più di quattro tasti: tre scenari predefiniti e modificabili dal cliente stesso e un pulsante di spegnimento generale saranno più che sufficienti.

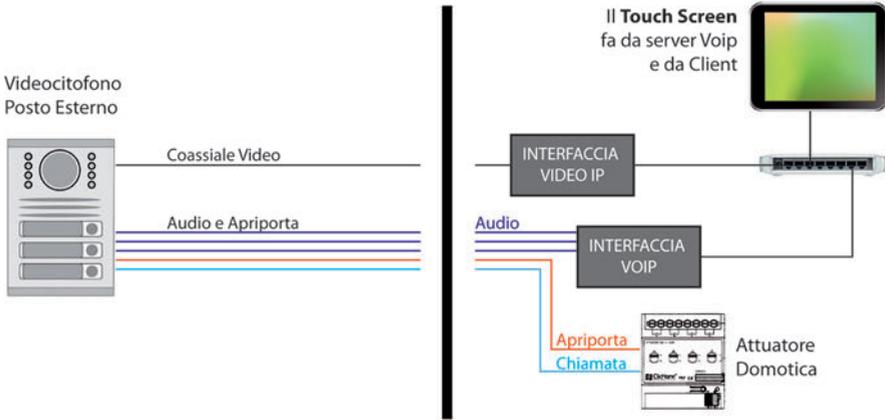
POSSIBILITÀ DI MODIFICARE IL FUNZIONAMENTO DI UN PULSANTE SENZA INTERVENTI DI CABLAGGIO NÉ OPERE MURARIE, IN QUALSIASI MOMENTO, INTERVENENDO SOLO SULLA PROGRAMMAZIONE

Chi deve accendere cosa è sempre il dilemma della progettazione di un impianto elettrico. Con la domotica il problema non esiste. Basta una riprogrammazione, fatta anche via internet, ed è possibile modificare il funzionamento dei pulsanti, cosa che in un impianto tradizionale richiederebbe lo smontaggio degli interruttori e il ricablaggio dell'impianto.

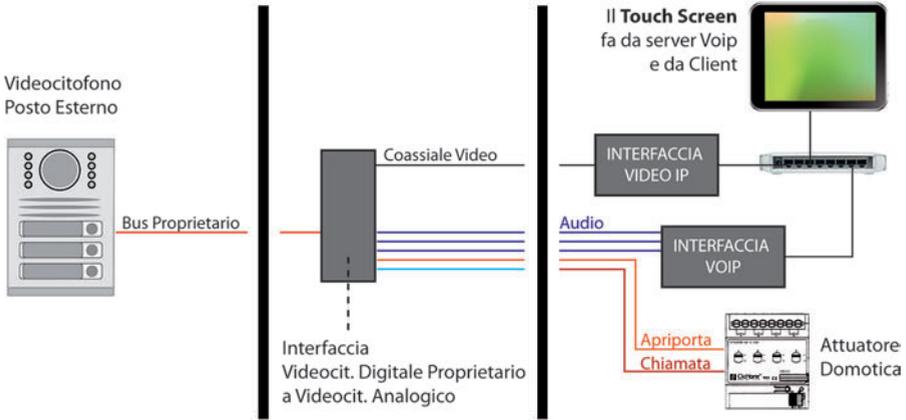
POSSIBILITÀ DI SCEGLIERE TRA POSTAZIONI DI COMANDO DI ELEVATO VALORE ESTETICO SVINCOLANDOSI DAL DESIGN DELLE SERIE CIVILI TRADIZIONALI

È un aspetto rilevante, specie in realizzazioni di lusso: si pensi alle varie serie civili esistenti sul mercato. Per quanto elevato sia lo sforzo dei designer industriali, il prodotto è sempre identificabile nell'interruttore/pulsante tradizionale. Con la domotica, i designer sono liberi di ricorrere a forme e materiali innovativi, rendendo i punti di comando un elemento di arredo.

INTEGRAZIONE VIDEOCITOFONICA ANALOGICA



INTEGRAZIONE CON SISTEMA VIDEOCITOFONICO PROPRIETARIO



INTEGRAZIONE CON SISTEMA VIDEOCITOFONICO SU IP

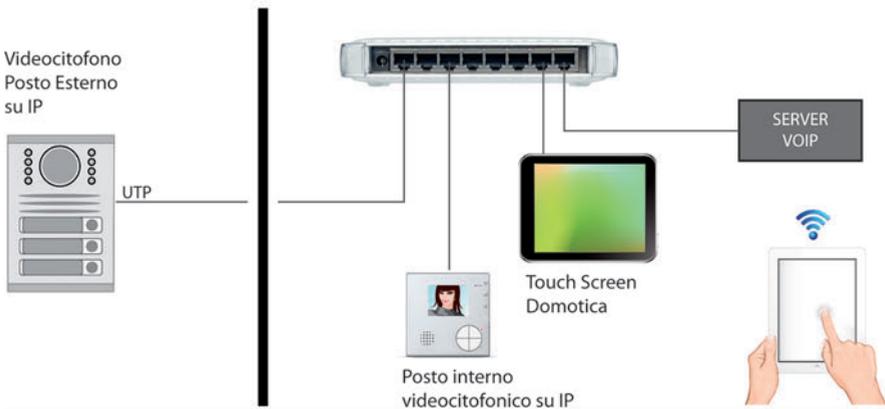


Figura 2.2. Integrazione videocitofonica

il costo per una licenza è veramente contenuto per chi con il sistema ci lavora, mentre tutela i professionisti (e i potenziali clienti) dai classici avventurieri e dagli smanettoni. Certo il Konnex non è il ModBus. Non è un protocollo completamente aperto che chiunque può utilizzare senza autorizzazioni, ma è anche un protocollo più complesso e completo, garanzia di un più alto livello qualitativo per il cliente finale. Cosa che è più importante di ogni altra⁶⁵.

4.1. Struttura generale di un impianto Konnex

Il Konnex nasce per supportare qualsiasi tipo di mezzo trasmissivo, in particolare:

- cavo bus twistato TP0 o TP1
- onde radio
- onde convogliate.

Il sistema ad onde convogliate, che sfrutta lo stesso cavo elettrico (230 V ca.) per la comunicazione dei componenti, è stato col tempo praticamente abbandonato nel mondo Konnex.

Alcuni componenti ad onde radio sono ancora in catalogo, ma lo sviluppo di altri protocolli, più performanti per la comunicazione onde radio, come lo ZigBee e l'EnOcean, hanno portato ad una riduzione dei componenti wireless disponibili sul mercato⁶⁶. Il mezzo trasmissivo d'elezione del Konnex è il doppino twistato a 1 o 2 coppie: il famoso cavo verde che è diventato l'elemento identificativo di un impianto Konnex fin dalla fase di cablaggio.

Il cavo bus è il primo elemento che deve essere certificato Konnex all'interno dell'impianto. L'utilizzo del cavo a 2 coppie non è necessario. Alcune volte si usa il cavo a 2 coppie per garantirsi la possibilità successivamente di sdoppiare una linea. In ogni caso può essere utile per dispositivi che richiedono un'alimentazione ausiliaria.

Ad ogni dispositivo all'interno di un impianto Konnex verrà attribuito, in fase di programmazione (la messa in servizio dell'impianto), un indirizzo fisico univoco (come si fa per i dispositivi in rete con l'indirizzo IP). L'indirizzo fisico nel protocollo Konnex è dato da 2 byte ed è identificato con tre numeri separati da un punto. Ogni dispositivo avrà un indirizzo che può andare da 1.1.1 a 15.15.255.

⁶⁵ Il ModBus è uno standard de facto. Le specifiche sono pubbliche e reperibili praticamente ovunque su internet. Chiunque può realizzare un dispositivo che rispetti quelle specifiche di comunicazione senza pagare nessuna licenza, come avviene invece con Konnex. Questo significa anche che non c'è supporto né garanzia di effettiva interoperabilità tra i dispositivi. Inoltre non esiste un soggetto che si occupa dello sviluppo e dell'aggiornamento del protocollo o della formazione dei tecnici.

⁶⁶ Di recente alcune aziende stanno reinvestendo su componenti Konnex wireless. È un'evoluzione interessante, anche se per la comunicazione onde radio restano più performanti altri protocolli appositamente studiati.

Tutto quanto detto sopra dimostra che già oggi, ma ancora di più in futuro, la diffusione del protocollo LonWorks imporrà a tutti i sistemi di domotica di qualità lo sviluppo di apposite interfacce per dialogare con dispositivi su protocollo LonTalk.

Per garantire una certa integrazione tra componenti LonWork è stato creato un consorzio sul genere del Konnex (anche se profondamente diverso nel suo statuto), il LonMark, il cui obiettivo è testare tutti i prodotti per garantirne l'interoperabilità.

5.1. Struttura del LonWork

La prima cosa da capire è che il LonWork è una rete. Proprio come la rete LAN TCP/IP, non c'è un limite strutturale al numero dei componenti facenti parte di uno stesso sistema LON, in quanto l'utilizzo dei router risolve la questione del limite fisico del numero di indirizzi disponibile sulla rete. In senso astratto, il numero di indirizzi disponibile è sempre limitato, ma nella pratica quel numero finisce con l'essere talmente alto che può essere considerato illimitato.

Nel Lon tutti i componenti vengono definiti nodi dell'impianto, indirizzati fisicamente in modo univoco come se si trattasse di una rete TCP/IP. I nodi possono essere collegati tra loro con diversi mezzi fisici, dal doppino schermato alla rete LAN. Il sistema di comunicazione dei nodi Lon è indipendente dalla struttura fisica della rete. Le comunicazioni tra nodi avvengono solo su cambiamento di stato, il che riduce il traffico in rete e la larghezza di banda necessaria. Oltre al classico doppino, il Lon supporta anche comunicazione ad onde radio e su Power Line (onde convogliate).

I componenti che fanno capo ad uno stesso router Lon costituiscono un ramo LON. Il numero di componenti sullo stesso ramo è limitato dalla capacità dell'alimentatore a monte. Ciascun alimentatore LonWork supporta fino a 128 nodi. Un ramo può avere un massimo di due alimentatori per un totale di 256 (il numero di componenti per linea è in ogni caso limitato dall'assorbimento complessivo, per il calcolo del quale va tenuto conto anche della lunghezza del bus e del tipo di cavo).

La lunghezza complessiva massima di un bus LonWork va da 700 m a 2200 m. La variabilità della lunghezza complessiva della linea deriva dal fatto che, diversamente dal Konnex, in questo caso il doppino non è un componente certificato.

Gran parte del successo del LonWork dipende proprio dalla sua incredibile flessibilità installativa, in quanto, per mezzo dei router, è possibile accoppiare tra loro un numero praticamente illimitato di rami di rete. Si pensi che attualmente in Italia la rete di contatori Enel Lonwork supera i trenta milioni di nodi.

5.2. Funzioni LonWork per la domotica

Alcuni produttori hanno sviluppato componenti per la home & building automation su standard LonWork.

9. Domotica e home entertainment

L'home entertainment è altro rispetto alla domotica, ma in un'installazione di pregio non è possibile pensare all'una senza l'altra. Il concetto di intrattenimento domestico soddisfa, forse ancor più della domotica, i bisogni inespressi di un utente sempre più dipendente da internet e dalla multimedialità.

Si cercherà quindi di capire quali sono i vari aspetti dell'home entertainment, quali sono le funzioni svolte e come integrare quest'affascinante capitolo della casa moderna con l'altrettanto complesso capitolo della domotica. Sotteso a tutto questo c'è un semplice obiettivo: l'integrazione totale. Un impianto di domotica e intrattenimento ben progettato e realizzato deve far sì che il cliente abbia la concreta percezione di trovarsi di fronte ad un unico semplice sistema in grado di fare tutto.

9.1. L'home entertainment

Nell'home entertainment rientrano tutti i sistemi di cui viene dotata una casa per consentire ai suoi ospiti di fruire di contenuti audio, audio-video e multimediali in genere. Tutto ciò che attiene strettamente al mondo di internet non fa parte dell'home entertainment, anche se oggi non si può fare home entertainment senza capire a fondo come funziona la rete.

Rientrano invece nell'home entertainment i sistemi di videogiochi, le cui potenzialità non vanno sottovalutate, sia come possibili sorgenti audio-video sia come interfacce per la domotica¹⁰³.

Per progettare correttamente un sistema di questo tipo la prima cosa da analizzare, come sempre, sono le effettive esigenze del cliente finale.

Nella maggior parte dei casi l'utente non è consapevole né delle proprie esigenze né delle potenzialità che la tecnologia può offrire.

L'unico segreto è parlare e ascoltare, cercare di capire se il cliente ama la musica, quanto tempo sta in casa, se riceve ospiti o meno ecc.

A monte di tutto, la scelta che il system integrator (in quest'ambito si parla spesso di custom installer¹⁰⁴) è chiamato a compiere, spesso senza l'aiuto del cliente, è tra un

¹⁰³ Ad esempio il Kinect è stato di recente utilizzato, ma si tratta ancora di esperimenti, come sistema di controllo gestuale dell'impianto di domotica, e la Xbox per il controllo vocale.

¹⁰⁴ Il custom installer è colui che realizza un impianto di intrattenimento domestico in base alle esigenze del cliente finale. Solitamente ha accesso a prodotti che normalmente le aziende di produzione non veicolano attraverso la grande distribuzione; inoltre segue il cliente fino alla fine e non solo nel momento della vendita, del cablaggio e della messa a punto, restando quindi in sostanza vincolato ad un risultato di qualità.