

**M149 - ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE**

Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

CORSO DI ORDINAMENTO

**Tema di: TELECOMUNICAZIONI**

*Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi del progetto "SIRIO"*

Il candidato, formulando di volta in volta le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, risolva almeno uno dei due temi proposti.

**Tema 1**

Il comune di una grande città vuole predisporre una rete per rilevare in 5 zone, tramite stazioni di rilevazione, i parametri relativi alle condizioni meteorologiche (temperatura, pressione, umidità) ed all'inquinamento atmosferico e acustico. I sensori di rilevazione delle grandezze meteorologiche forniscono valori analogici che sono convertiti in digitale a 8 bit; quelli relativi all'inquinamento forniscono soltanto allarmi quando sono superati i valori di soglia.

I dati devono essere inviati ogni 5 minuti a una stazione centrale distante al massimo 30 km da ciascuna zona. Ogni stazione di rilevazione è costituita dai sensori e da un pannello su cui vengono visualizzati sia i valori rilevati sia notizie provenienti dalla centrale, la quale invia informazioni utili ai cittadini riguardo le condizioni anomale del traffico in vari punti della città e/o notizie di attualità particolarmente importanti. Le notizie provenienti dalla centrale vengono aggiornate ogni 30 minuti e i dati hanno lunghezza massima di 500 byte.

Il candidato, formulate le necessarie ipotesi aggiuntive:

- a. descriva lo schema a blocchi del sistema;
- b. scelga i mezzi trasmissivi e l'architettura di rete che ritiene idonea;
- c. svolga dettagliatamente almeno due dei seguenti punti:
  - tipologia e architettura dei protocolli utilizzati;
  - tecniche di adattamento dei segnali ai mezzi trasmissivi;
  - tipologia di codifica e struttura delle informazioni.

---

Durata massima della prova: 6 ore.

E' consentito soltanto l'uso di manuali tecnici e calcolatrici tascabili non programmabili.

Non è consentito lasciare l'Istituto prima che siano trascorse 3 ore dalla dettatura del tema.

**Soluzione del tema n° 1**  
(a cura del prof. Onelio Bertazioli)

Per la trattazione delle tematiche inerenti il tema d'esame si rimanda alle Unità 6, 7, 8, 12, 13 del libro di testo

**Onelio Bertazioli**  
**Telecomunicazioni vol. B (2ª edizione)**  
**Zanichelli**

a) In figura 1 si riporta un possibile schema generale del sistema<sup>1</sup>.

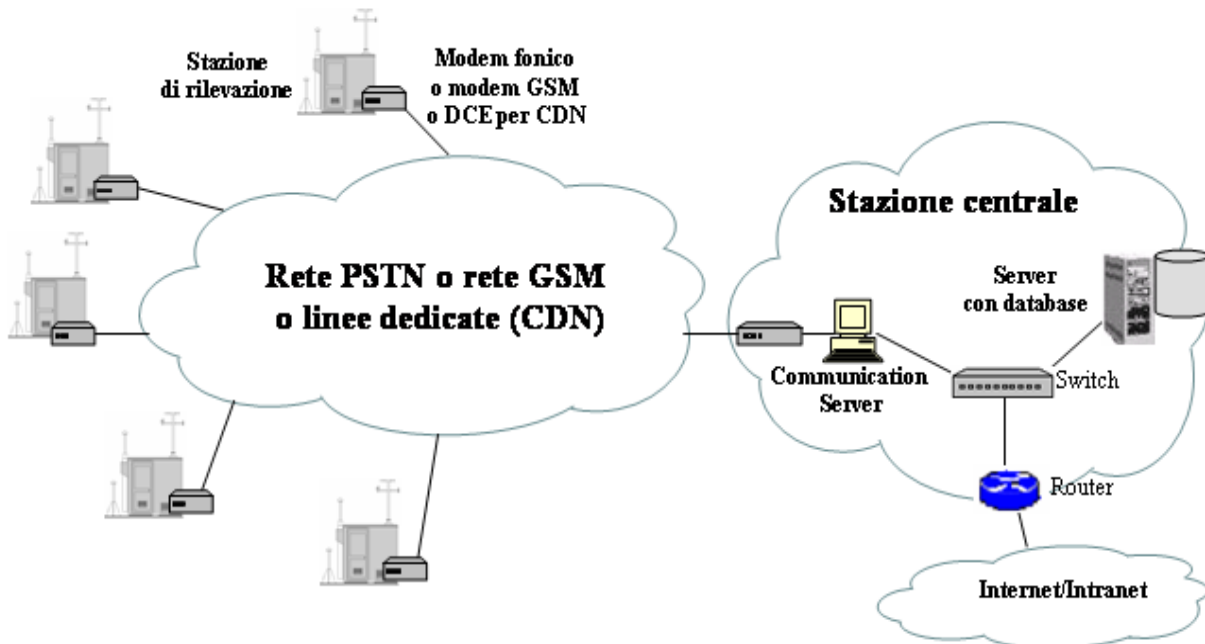


Figura 1 Schema generale del sistema.

Gli elementi componenti sono fondamentalmente i seguenti:

• **Stazione di rilevazione.**

Si considerano stazioni di rilevazione fisse, i cui elementi componenti sono essenzialmente i seguenti:

- **parte meccanica** (cabina con alimentazione elettrica, ecc.), figura 2;
- **hardware basato su microcontrollore** (o microprocessore) schematizzabile come in figura 3 (per la descrizione di un sistema a microcontrollore si rimanda ai testi di Sistemi); con più dettaglio la parte hardware potrebbe avere le seguenti caratteristiche:
  - unità di elaborazione costituita da un microcontrollore (microprocessore) dotato di memorie EPROM/Flash ROM (EEPROM) per i programmi e RAM per la memorizzazione temporanea dei dati acquisiti e di altre informazioni (RAM aggiuntiva espandibile e con batteria tampone contro mancanze temporanee di alimentazione elettrica);
  - unità di acquisizione/controllo per le grandezze analogiche; interfaccia i sensori di rilevazione delle grandezze analogiche;
  - unità di condizionamento/adattamento degli allarmi generati dai sensori di inquinamento;
  - unità di I/O (Input/Output);
  - interfaccia seriale per la connessione con l'apparato utilizzato per la comunicazione;

<sup>1</sup> La soluzione proposta comprende un ventaglio di tecniche e opzioni che non devono essere necessariamente tutte discusse e dettagliate.

- **pannello** per la visualizzazione dei valori rilevati e delle informazioni inviate dalla centrale;
  - **apparato di comunicazione**; può essere un DCE per CDN o un modem fonico o un modem GSM a seconda del tipo di rete trasmissiva che si intende utilizzare;
  - **software**; se si desidera entrare più in dettaglio, oltre a un sistema operativo, a programmi per la gestione dell'HW della stazione, delle anomalie e degli allarmi, a programmi applicativi (per il calcolo di valori medi ecc.), di diagnostica, di inizializzazione ecc., il software potrebbe comprendere:
    - programmi per l'acquisizione delle grandezze analogiche e digitali; gestiscono la lettura dei segnali con una determinata frequenza (il cui valore può essere variato), la validazione e la memorizzazione delle grandezze rilevate (si deve effettuare un controllo dell'attendibilità in modo da memorizzare solo i dati che rientrano in un range predeterminato, escludendo eventuali misure falsate da eventi anomali o da errate tarature degli strumenti o da malfunzionamenti);
    - programmi di taratura degli analizzatori di misura;
    - programmi che gestiscono la comunicazione con la stazione centrale.
- **Rete di trasmissione**; viene descritta nel punto b).
  - **Stazione centrale.**  
 La stazione centrale deve svolgere essenzialmente le seguenti funzioni:
    - gestione della comunicazione con le stazioni di rilevazione attraverso la rete di trasmissione;
    - memorizzazione dei dati ricevuti e loro archiviazione ed elaborazione tramite database<sup>2</sup> (o foglio elettronico);
    - gestione delle informazioni da inviare alle stazioni per la visualizzazione sui pannelli;
    - gestione dei parametri variabili delle stazioni di rilevamento (come per esempio la frequenza di acquisizione), degli allarmi, ecc.;
    - eventuale trasferimento dei dati a centri provinciali o regionali;
    - eventuale supporto per l'accesso ai dati e alle informazioni via Internet o Intranet;
 La stazione centrale può essere realizzata:
    - tramite un singolo computer su cui è installato sia il software che gestisce la comunicazione via modem (DCE) con le stazioni di rilevazione sia il software applicativo per la memorizzazione e il trattamento dei dati e delle informazioni;
    - tramite una LAN (figura 1) che comprende un PC che gestisce la comunicazione (Communication server), un computer su cui è installato il software per l'archiviazione e il trattamento dei dati ricevuti (database) e delle informazioni destinate ai cittadini; è possibile anche implementare un server WEB in modo da rendere accessibile via Internet o Intranet i dati memorizzati ed elaborati;

---

<sup>2</sup> I dati contenuti nel database non dovrebbero essere modificabili dopo la loro immissione automatica, in modo da impedirne l'alterazione accidentale o volontaria.

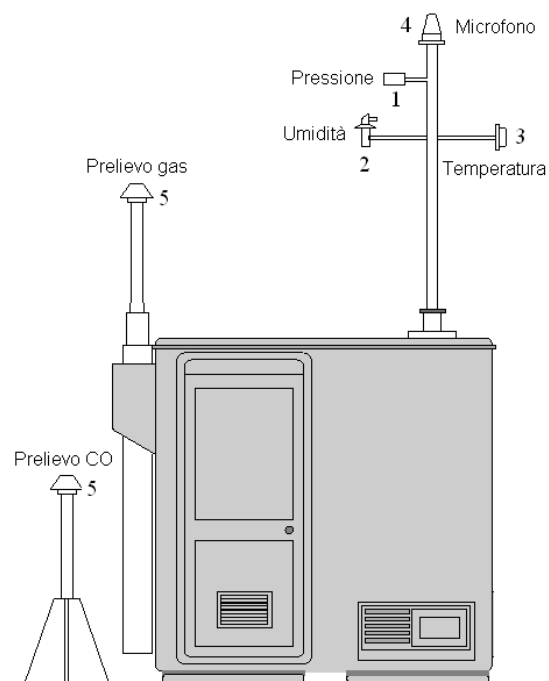


Figura 2 Cabina di una stazione di rilevamento.

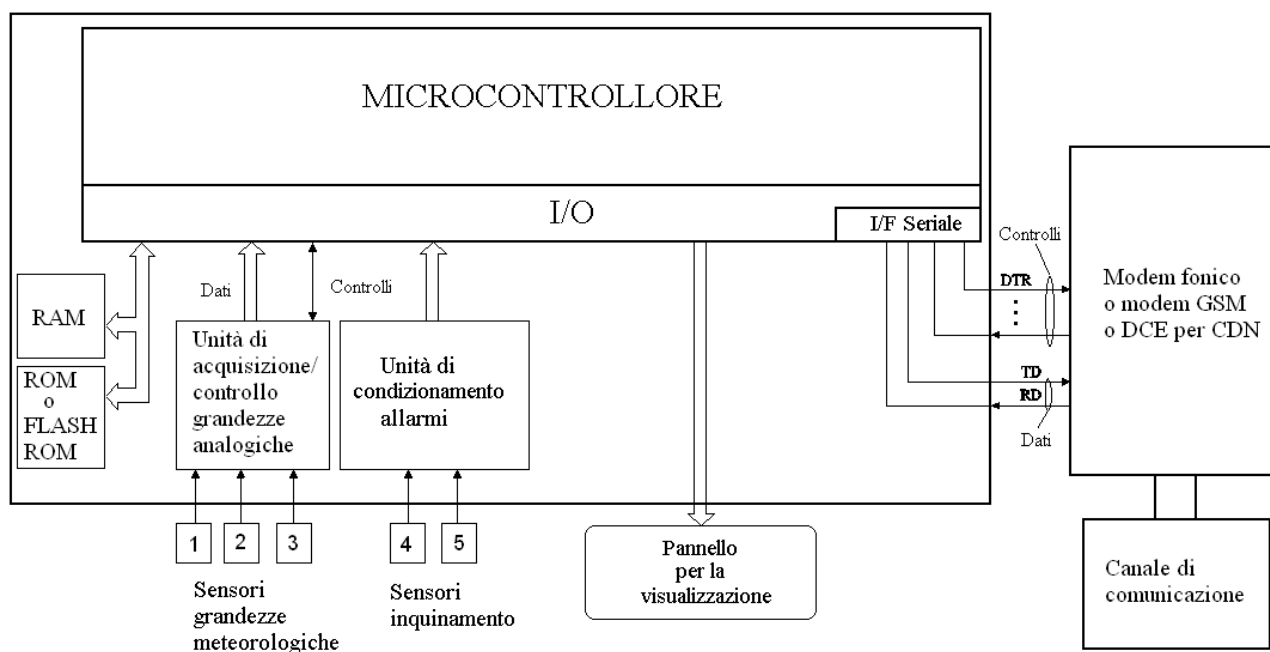


Figura 3 Schema a blocchi semplificato dell'hardware.

b) Per la rete di trasmissione che mette in collegamento le stazioni le soluzioni più comuni sono le seguenti:

1. collegamento dedicato multipunto su CDN (Circuiti Diretti Numerici), si veda l'Unità 13 par. 13.2.2; richiede l'impiego di DCE per CDN (par. 13.5.1) sia lato stazione di rilevazione sia lato stazione centrale;
2. collegamento commutato via rete telefonica (PSTN, si veda l'Unità 13 par. 13.2.1 e il vol. A, Unità 9); richiede l'impiego di modem fonici (Unità 13 par. 13.5.2) sia lato stazione di rilevazione sia lato stazione centrale;
3. collegamento via rete GSM/GPRS (Unità 18); richiede l'impiego di terminali ("modem") GSM/GPRS lato stazione di rilevazione.

La velocità di trasmissione richiesta dal sistema non è elevata per cui si può ipotizzare di operare da 2400 a 9600 bit/s. Come compromesso tra velocità ed economicità scegliamo di operare a 9600 bit/s, velocità<sup>3</sup> supportata da tutte e tre le reti citate.

Vantaggi e svantaggi delle tre soluzioni citate sono essenzialmente i seguenti:

1. il collegamento tramite linea dedicata multipunto ha il vantaggio di non richiedere l'effettuazione di chiamate telefoniche, ma ha dei costi elevati<sup>4</sup>;
2. il collegamento via PSTN richiede l'attivazione di una linea telefonica per ogni stazione e l'effettuazione di un numero rilevante di chiamate telefoniche (ogni 5 minuti) che però sono di breve durata;
3. il collegamento via rete GSM, a commutazione di circuito, non richiede l'attivazione di linee telefoniche, ma è meno affidabile del collegamento via rete PSTN e può avere costi telefonici maggiori. Molto più interessante potrebbe essere il collegamento via GPRS, a commutazione di pacchetto. Tale soluzione sarebbe, poi, la più indicata nel caso di stazioni di rilevamento mobili.

Per semplicità ci limiteremo a trattare le prime due soluzioni.

In un contesto tradizionale la soluzione più aderente al tema sarebbe quella del collegamento su linea dedicata multipunto, in quanto il tema specifica che la stazione centrale si può trovare fino a 30 km dalle stazioni di rilevazione (al di fuori dell'ambito urbano quindi) e i dati vengono inviati molto di frequente (ogni 5 minuti). Però considerato che è oggi possibile usufruire di tariffe telefoniche agevolate per brevi comunicazioni su distanze relativamente brevi, anche la soluzione che prevede il collegamento tramite rete PSTN può risultare conveniente.

In entrambi i casi come mezzo trasmissivo si impiega il doppino telefonico (ovviamente nel caso in cui si optasse per la soluzione GSM/GPRS il collegamento avverrebbe via radio).

### **Soluzione con linea dedicata CDN (Circuiti Diretti Numerici) multipunto**

In questo caso la stazione centrale è connessa alla linea principale da cui si dipartono le diramazioni che raggiungono le stazioni di rilevazione. Per la descrizione di una linea dedicata multipunto CDN si vedano l'Unità 6 par. 6.6.1 e l'Unità 13 par 13.2.2. Le stazioni vanno equipaggiate con DCE per CDN (si veda l'Unità 13 par. 13.5.1) che saranno programmati per operare a 9600 bit/s. Il protocollo di linea impiegato può essere l'HDLC (Unità 12 par. 12.2).

### **Soluzione con rete telefonica PSTN.**

In questo caso si realizzano dei collegamenti commutati di tipo punto-punto (Unità 6 par. 6.6.1) in cui la stazione centrale funge da stazione principale (master) e le stazioni di rilevazione costituiscono le stazioni secondarie (o slave). Le stazioni vanno equipaggiate con modem fonici intelligenti in grado di effettuare chiamate e risposte automatiche. Come indicato nella tabella 13.1 (Unità 13), operano a 9600 bit/s i modem fonici conformi allo standard V.32. Come protocollo di linea si può adottare un protocollo simile all'HDLC, il protocollo LAPM (Unità 12, par. 12.3.1).

---

<sup>3</sup> Nel caso di collegamenti dedicati CDN i costi aumentano all'aumentare della distanza e della velocità del collegamento, per cui quando è possibile risulta economicamente conveniente operare con basse velocità di trasmissione.

<sup>4</sup> Su [WWW.191.it](http://WWW.191.it) possono essere consultate le tariffe dei collegamenti CDN.

c) Si esaminano ora le seguenti problematiche:

- **Tipologia e architettura dei protocolli utilizzati.**

La rete è costituita da un collegamento multipunto o punto-punto a stella. Per questo motivo può essere sufficiente dotare le stazioni di un software di comunicazione che operi a livello 2 (strato 2 OSI, Data link layer), utilizzando come protocollo di linea l' HDLC o un protocollo riconducibile a esso<sup>5</sup>. Per la descrizione del protocollo HDLC si rimanda all'Unità 12 par. 12.2. In sintesi si ha che:

- le stazioni inviano e ricevono *frame* (PDU – Protocol Data Unit - dello strato 2) con correzione d'errore per ritrasmissione di tipo ARQ (Unità 6 par. 6.3);
- è necessario assegnare un indirizzo fisico a ogni stazione di rilevazione, tale indirizzo viene inserito nel campo *Address* dei frame;
- si adotta la modalità di colloquio *Normal Response Mode* (NRM);
- la comunicazione viene controllata dalla stazione centrale, che funge da stazione primaria (master); ogni 5 minuti la stazione primaria invia alle stazioni secondarie, in successione, l'abilitazione a trasmettere (polling), o effettua una chiamata verso esse nel caso di collegamento su PSTN, per far scaricare loro i dati, mentre ogni 30 minuti invia loro le informazioni da visualizzare sul pannello.

Una soluzione più completa, che consente di anche di supportare funzioni avanzate di telecontrollo e sorveglianza delle stazioni, può essere quella di adottare la suite di protocolli TCP/IP (Unità 9 e 10) per la comunicazione la stazioni di rilevazione e stazione centrale. Come protocollo di livello 2 è possibile utilizzare l'HDLC o un altro protocollo a esso riconducibile.

- **Tecniche di adattamento dei segnali ai mezzi trasmissivi.**

Nel caso di collegamento multipunto le stazioni vanno equipaggiate con DCE per CDN (Unità 13 par. 13.5.1) operanti in banda base. La tecnica di adattamento dei segnali ai mezzi trasmissivi è la codifica di linea AMI 50% (Unità 7, par. 7.2.4), che è adottata dai DCE scelti per la trasmissione in linea.

Nel caso di collegamento su rete telefonica (PSTN), invece, le stazioni vanno equipaggiate con modem fonici intelligenti operanti a 9600 bit/s e conformi allo standard V.32. La tecnica di adattamento dei segnali ai mezzi trasmissivi è la modulazione digitale 16-QAM, descritta nell'Unità 8 par. 8.7, che come indicato nella tabella 13.1 (Unità 13) è la modulazione adottata per la trasmissione in linea nei modem scelti.

- **Tipologia di codifica e struttura delle informazioni.**

I dati e le informazioni che stazioni di rilevazione e stazione centrale si scambiano potrebbero essere codificate in ASCII (Unità 6 par. 6.2.3), in modo da renderli indipendenti dai protocolli adottati, dai supporti di memorizzazione e dalla piattaforma software utilizzata, dai dispositivi di visualizzazione impiegati.

---

<sup>5</sup> Come il protocollo LAPM (Unità 12 par. 12.3.1).

Le informazioni potrebbero essere così strutturate.

- **comunicazione da stazione di rilevazione a stazione centrale;**

le stazioni potrebbero acquisire i dati dai sensori per esempio ogni minuto, inviando il risultato di 5 misure per ogni sensore analogico e lo stato di superamento o meno della soglia di allarme per i sensori di inquinamento; i dati potrebbero così essere inseriti in un file ASCII avente la seguente struttura<sup>6</sup> logica:

```
# A inizio file si possono mettere dei commenti preceduti per esempio dal carattere #
# Per i sensori di allarme si può porre: 0 = FALSO; 1=VERO
IDENTIFICATIVO DELLA STAZIONE DI RILEVAZIONE <CRLF>
IDENTIFICATIVO DEL PRIMO SENSORE ANALOGICO <CRLF>
NUMERO DI MISURE EFFETTUATE E VALIDATE <CRLF>
VALORE MISURA n. 1, VALORE MISURA n. 2, VALORE MISURA n. N <CRLF>
IDENTIFICATIVO DEL SECONDO SENSORE ANALOGICO <CRLF>
NUMERO DI MISURE EFFETTUATE E VALIDATE <CRLF>
VALORE MISURA n. 1, VALORE MISURA n. 2, VALORE MISURA n. N <CRLF>
IDENTIFICATIVO DEL TERZO SENSORE ANALOGICO <CRLF>
NUMERO DI MISURE EFFETTUATE E VALIDATE <CRLF>
VALORE MISURA n. 1, VALORE MISURA n. 2, VALORE MISURA n. N <CRLF>
IDENTIFICATIVO DEL SENSORE INQUINAMENTO ARIA <CRLF>
SUPERAMENTO SOGLIA ALLARME=0 [1] <CRLF>
IDENTIFICATIVO DEL SENSORE INQUINAMENTO ACUSTICO <CRLF>
SUPERAMENTO SOGLIA ALLARME=0 [1] <CRLF>
```

• **comunicazione da stazione di rilevazione a stazione centrale**

le informazioni potrebbero essere inserite in un file ASCII avente la seguente struttura:

```
IDENTIFICATIVO DELLA STAZIONE DI RILEVAZIONE <CRLF>
IDENTIFICATIVO DEL PANNELLO DI VISUALIZZAZIONE <CRLF>
LUNGHEZZA DEL TESTO ESPRESSA IN BYTE <CRLF>
RIGA DI TESTO DA VISUALIZZARE SUL PANNELLO <CRLF>
RIGA DI TESTO DA VISUALIZZARE SUL PANNELLO <CRLF>
.....
```

---

<sup>6</sup> I caratteri ASCII <CRLF> (Carriage Return Line Feed) consentono di formattare il testo come indicato, andando a capo alla fine di ogni riga; gli stessi caratteri sono generati quando si preme il tasto <invio> sulla tastiera di un PC.