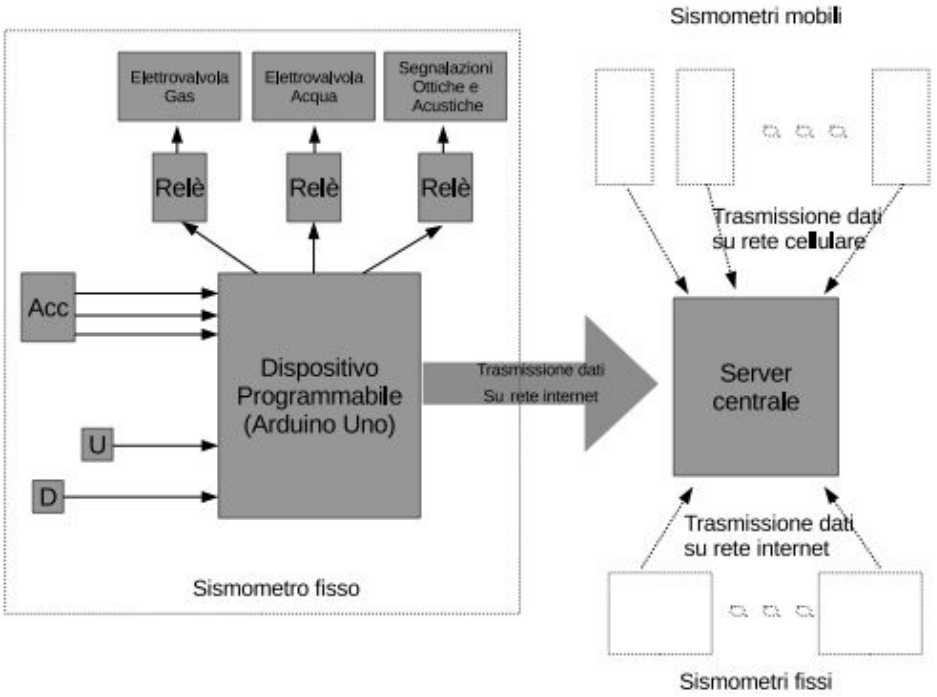
SVOLGIMENTO SECONDA PROVA 2017 SISTEMI AUTOMATICI: PARTE 1

Tema svolto

Il testo non precisa l'estensione della rete sperimentale della fase di strong motion dei terremoti. Si può quindi ragionevolmente considerare un'intera città divisa in zone, ognuna delle quali è in grado di gestire la propria fornitura di gas e acqua. La traccia neppure precisa il modo in cui le forniture di acqua e gas vengano ristabilite dopo un'eventuale interruzione. Pertanto si può assumere che questi servizi vengano riattivati manualmente. Si può ipotizzare lo stesso per quanto riguarda la disattivazione dell'avvisatore acustico e il segnalatore ottico. Per gestione in polling dei pulsanti U e D si intende che il loro stato viene acquisito a ogni iterazione del ciclo di esecuzione delle istruzioni del dispositivo programmabile. Si sceglie un microcontrollore programmabile Arduino Uno

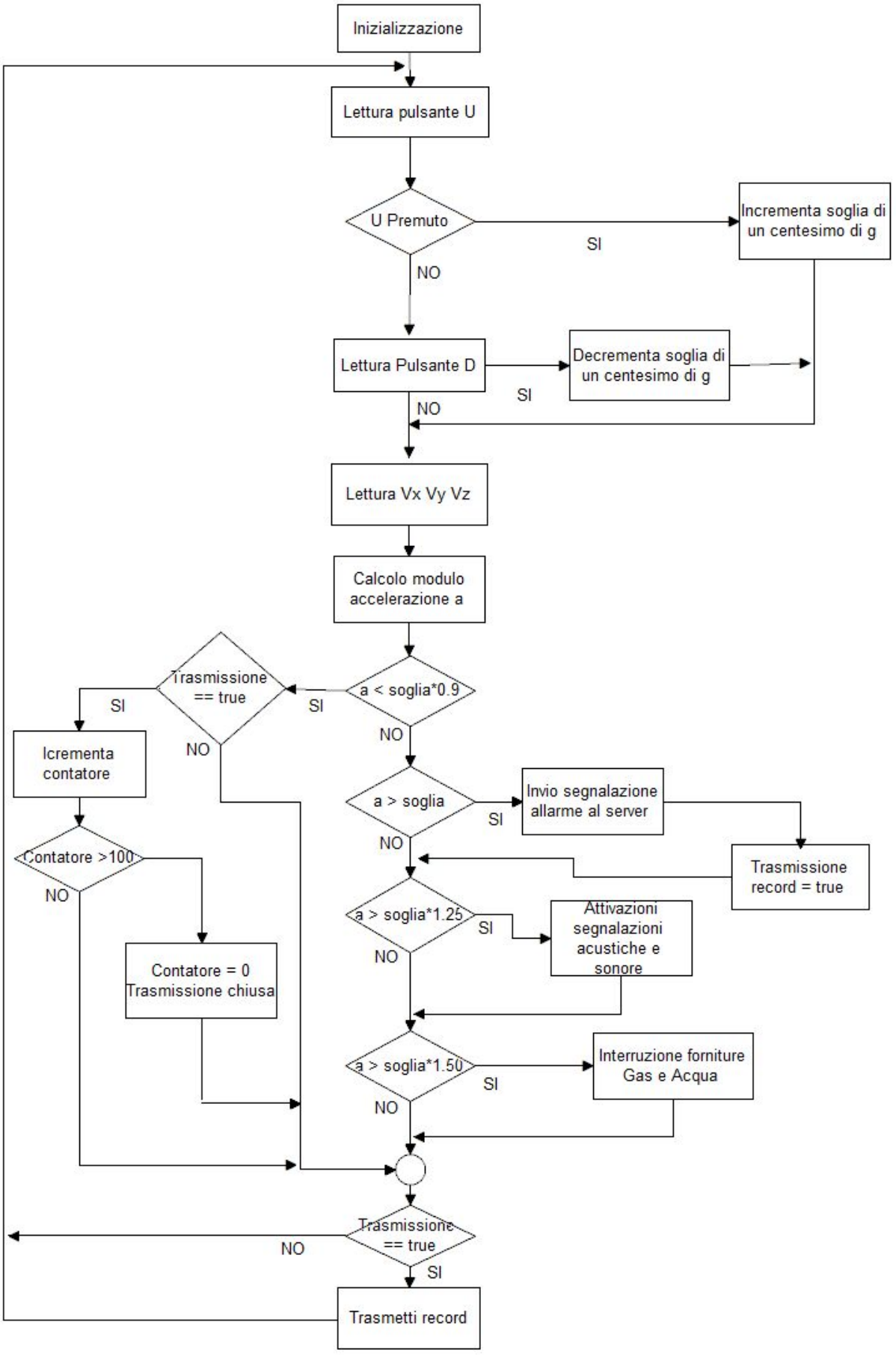
1.1 SCHEMA A BLOCCHI



1.2 INTERFACCIA HARDWARE

Si consideri come accelerometro una scheda fornita di cinque pin: tre di uscita corrispondenti a Vx, Vy e Vz, un quarto per la tensione VCC e un ultimo per la tensione GND. Le tre tensioni vanno lette mediante convertitori analogico-digitale, i quali sono presenti sulle schede Arduino in corrispondenza dei pin A0-A5. Le tensioni generate, in quanto analogiche, sono segnali di natura continua. I segnali che si ottengono tramite campionamento, in quanto digitali, sono discreti e quantizzati. Inoltre, essendo l'estremo superiore dell'intervallo di frequenze di interesse 25Hz, la frequenza di campionamento, per il teorema del campionamento di Nyquist-Shannon, deve essere almeno pari a 50Hz, il doppio della frequenza del segnale misurato. Questa soglia evita che i segnali provenienti dall'accelerometro vengano distorti. Si può ragionevolmente richiedere una frequenza di campionamento di 250Hz per garantire una misura sucientemente fedele.

1.3 DIAGRAMMA DI FLUSSO DELL'INTERO PROCESSO



1.4 SEGMENTO DI CODICE

```
// Codice Arduino per sismografo fisso, soluzione sistemi elettronica 2017
// fonte www.studenti.it
// Modifica Fancello Salvatore
// NON COMPLETO
float K = 300;

// ANALOG IN
int axPin = A0;
int ayPin = A1;
int azPin = A2;

// DIGITAL
int upPin = 8;
int downPin = 7;

// ANALOG OUT
int releGas = 9;
int releAcqua = 10;
int releOtticaAcust = 11;

double Vx = 1.5;
double Vy = 1.5;
double Vz = 1.5;

double ax = 0.0;
double ay = 0.0;
double az = 0.0;
double a = 0.0;
double aTH = 9.81/20; // soglia
double aTHincr = 9.81/100; // incrementodellasoglia

void setup(){
  // imposta U e D come input
  pinMode (upPin,INPUT);
  pinMode (downPin,INPUT);
```

```
 // attiva la resistenza di pull-up
 digitalWrite (upPin, HIGH); //ora HIGH corrisponde a interruttore aperto
 digitalWrite (downPin, HIGH);

 // Relè
 pinMode (releGas, OUTPUT);
 pinMode (releAcqua, OUTPUT);
 pinMode (releOtticaAcust, OUTPUT);

 int up= digitalRead (upPin);
 if (up == LOW)
 aTH = aTH + aTHincr;

 int down= digitalRead (downPin);
 if (up == HIGH)
 aTH = aTH - aTHincr;

Vx = analogRead(axPin);
Vy = analogRead(ayPin);
Vz = analogRead(azPin);

// calcolo del modulo di accelerazione
ax = (Vx-1.5)/K;
ay = (Vx-1.5)/K;
az = (Vx-1.5)/K;
a = sqrt (ax*ax+ay*ay+az*az);

if(a>aTH) {
 if(a>aTH*1.25)
 {
   digitalWrite(releOtticAcust, HIGH);
   }
   if (a>aTH*1.50 {
   digitalWrite(releGas, HIGH);
   digitalWrite(releAcqua, HIGH);
 }
}
```

TRACCIA SISTEMI AUTOMATICI 2017: SVOLGIMENTO PARTE 2

QUESITO 1 - Le modiche da apportare per gestire i pulsanti U e D con una tecnica di interrupt con il sistema descritto nella prima parte sono soptrattutto di tipo software. Infatti i piedini dei pulsanti U e D sono collegati rispettivamente a GND e sui pin 8 e 7, pertanto vengono già usati in modalità HIGH corrispondente a circuito aperto. Tuttavia per la tecnica di interrupt U e D vanno trasferiti su i pins 3 e 2, gli unici disponibili per la modalità interrupt su Arduino Uno. Le variazioni da apportare al software sviluppato nella prima parte sono riportate di seguito.

```
// Codice Arduino per sismografo fisso, soluzione sistemi elettronica 2017
// Codice modifica interrupt
// fonte www.studenti.it
// NON COMPLETO

// DIGITAL
int upPin = 3;
in downPin = 2;

volatile double aTH = 9.81/20; //forza il compilatore a caricarlada ram
double aTHincr = 9.81/100; // incremento della soglia

void setup() {
  // imposta U e D come pin di interrupt
  pinMode (upPin, INPUT_PULLUP);
  pinMode (downPin, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (upPin), incrementa, CHANGE);
  attachInterrupt (digitalPinToInterrupt (downPin), decrementa, CHANGE);
}

void loop (){
}

void incrementa (){
  aTH = aTH + aTHincr;
}

void decrementa (){
 aTH = aTH - aTHincr
}
```

Dai diagrammi di Bode si evince facilmente che il sistema in anello chiuso non è asintoticamente stabile poiché il margine di fase della funzione di trasferimento ad anello aperto è negativo nonostante il guadagno generalizzato sia positivo.

QUESITO 3

Dai diagrammi di Bode si evince facilmente che il sistema in anello chiuso non è asintoticamente stabile poiché il margine di fase della funzione di trasferimento ad anello aperto è negativo. Infatti in corrispondenza della frequenza di attraversamento la fase è minore di π.

Detta $F(s)$ la funzione di trasferimento a ciclo aperto sintetiziamo una rete compensatrice del tipo $kR(s)$ dove $R(s) = \frac{1+\tau s}{1+\frac{\tau}{m}s}$ è una rete anticipatrice elementare. La funzione di trasferimento a ciclo aperto compensata è quindi $F(s) = k\hat{F}(s)R(s)$.

Essendo il modulo di 40db circa, ovvero 100, scegliendo $k = \frac{1}{100}$ si ha un margine di fase prossimo a zero ma positivo per $k\hat{F}(s)$ e una frequenza di attraversamento di circa 1 kHz.

Con l'ausilio dei diagrammi di fase e modulo al variare di m e $\omega\tau$ di $R(s)$ si possono determinare dei valori per m e per $\omega\tau$ che soddisfino le specifiche del problema di controllo. Si sceglie quindi $m = 10$ e $\omega\tau = 2$ che, ponendo $\omega = 2\pi 1000$Hz dà $\omega = \frac{1}{1000\pi}$.

Pertanto ponendo la rete $kR(s) = \frac{1}{100}\frac{1+\frac{1}{1000\pi}s}{1+\frac{1}{10000\pi}s}$ in cascata a $\hat{F}(s)$ si garantiscono un margine di fase di $\frac{\pi}{4}$ e una banda passante non inferiore a 1kHz.

QUESITO 4

Infine di pone:

$$|F(j)| < -14\text{dB} = 10^{-\frac{14}{20}}$$

e risolve trovando i valori di k ammissibili che soddisfano le specifiche del problema:

$$\frac{2}{k^2+2k+2} < -14\text{dB} = 10^{-\frac{14}{20}}$$

$$2 < (k^2+2k+2)10^{-\frac{14}{20}}$$

$$k^2+2k+2 > 2 \cdot 10^{\frac{14}{20}}$$

$$k^2+2k+2-2 \cdot 10^{\frac{14}{20}} > 0$$

dove $2-2 \cdot 10^{\frac{14}{20}} \simeq -8$. Si è giunti a un'equazione di secondo grado nella k le cui radici sono $-1 \pm \sqrt{1-2(1-10^{\frac{14}{20}})} \simeq -1 \pm 3$. Poiché il coefficiente del termine di secondo grado è positivo le soluzioni della disequazione sono $k < -1-\sqrt{1-2(1-10^{\frac{14}{20}})}$ e $k > -1+\sqrt{1-2(1-10^{\frac{14}{20}})} = k_{min}$ e, tenendo conto della condizione di stabilità $k > -2$ l'insieme ammissibile è $(k_{min}, +\infty)$.

In conclusione scegliendo $k > k_{min}$ si garantisce che l'ampiezza del disturbo additivo d(t), di natura sinusoidale con pulsazione $\omega = 1\text{rad/s}$, venga ridotta di almeno 14dB.