

## TEMA 1996:

Si vuole sviluppare un sistema che renda confortevoli le condizioni ambientali in un edificio. Il sistema si compone di una unità centrale collegata a una serie di unità periferiche, una per ogni stanza. Le unità periferiche devono svolgere i seguenti compiti :

1) Regolazione della temperatura all'interno della stanza, tramite un sistema di condizionamento in grado di riscaldare e di raffreddare l'intero ambiente.

La temperatura di riferimento viene predisposta all'unità centrale, che la invia come dato alle periferiche. La temperatura attuale viene valutata mediante i valori rilevati da due sonde posizionate all'interno della stanza.

L'unità periferica

- attiva il sistema di riscaldamento se la temperatura scende di 1.5 C al di sotto della temperatura di riferimento ;

- attiva il sistema di raffreddamento se la temperatura sale di 1.5 C al di sopra della temperatura di riferimento ;

- invia all'unità centrale ogni 2 secondi il valore della temperatura media e il valore del massimo scarto dalla media rilevato alla misura.

Il trasduttore lineare temperatura - corrente utilizzato ha la caratteristica :

$$I = K * T, \text{ con } K = 1 \text{ micro A / } ^\circ\text{K}$$

2) Misura e invio all'unità centrale ogni due secondi della quantità di umidità relativa (U)

presente all'interno delle stanze, rilevata con risoluzione minore o uguale all'1% mediante un traduttore capacitivo in cui la dipendenza della capacità C in funzione di U è data da :

$$C = (150 + 0.5 * U) \text{ pF}$$

Il candidato, formulate le necessarie ipotesi aggiuntive :

indichi quali soluzioni e quali specifiche funzionali ritiene adeguate per unità centrale, e per le periferiche, definisca un opportuno sistema di collegamento tra le unità periferiche e la centrale, disegni lo schema a blocchi dell'intero sistema, inoltre, a sua scelta, sviluppi almeno uno dei due punti seguenti

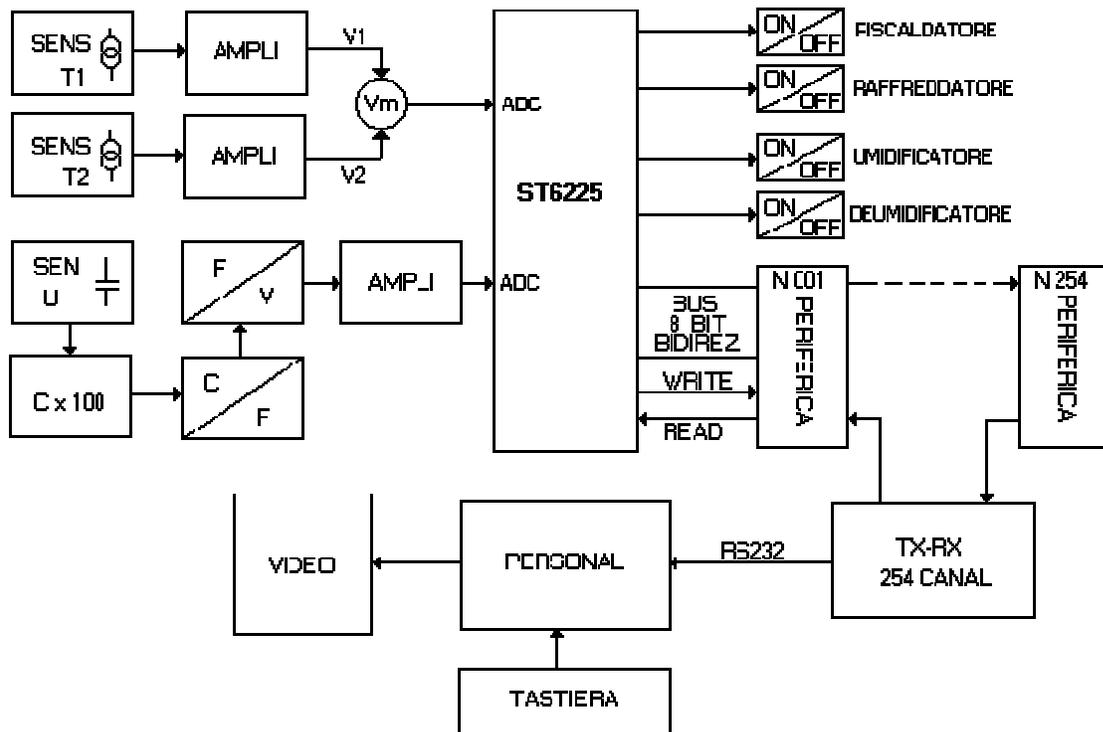
d.1) realizzazione e dimensionamento delle interfacce di condizionamento e conversione A/D dei segnali analogici,

d.2) illustrazione della struttura algoritmica dei programmi di gestione della unità periferiche e di acquisizione dei dati ; codifica di un segmento a piacere di un linguaggio di programmazione conosciuto.

## SOLUZIONE DEL PROBLEMA

Come unità centrale si ritiene idoneo l'uso di un semplice personal computer con un adeguato software per gestire la comunicazione con le unità periferiche, memorizzare i dati ricevuti, fissare le temperature di riferimento (anche diversificate nell'arco della giornata) e visualizzare dati e/o grafici. Il sistema di comunicazione fra centrale e periferiche è preferibile sia del tipo ad anello con una unica fibra ottica da 3 mm che parte dall'unità centrale va alla prima periferiche esce da questa va alla seconda e così via per ritornare alla fine alla centrale. In commercio esistono simili sistemi che consentono fino a 254 moduli periferici. Sistemi con la fibra ottica offrono vantaggi che non si possono avere con i sistemi tradizionali a doppino telefonico o a cavo coassiale e sono : immunità al rumore elettromagnetico (la luce nella fibra non può essere deformata da altri fattori esterni), un solo cavo con buona resistenza meccanica, separazione galvanica (circola luce e non corrente), alta velocità di comunicazione (25 mS per 32 bit), rigenerazione del segnale al passaggio da periferica a periferica e in fine con un solo canale si gestiscono fino a 254 periferiche. In genere questi sistemi sono gestiti da PLC con le varie tipologie di interfaccia a seconda delle esigenze (moduli ADC, I/O digitali, Bus IBM/AT, RS232 e RS422 ecc). Ipotizzando di aver risolto il problema dal punto di vista comunicazione fra periferiche e centrale vediamo come realizzare la parte interfaccia fra sensori e periferica. Con un microcontrollore ST6225 è possibile ad esempio ricevere tensioni analogiche da 0 a 5 V e convertirle in segnali digitali numerici da inviare alla periferica che a sua volta li invierà alla centrale. Inoltre il micro riceverà i valori di riferimento dalla centrale e comparati con quelli dei sensori attiverà o no riscaldamento e raffreddamento ed anche umidificatore e deumidificatore. I dati fra ST6 e periferica vengono inviati su un BUS a 8 bit. Il riconoscimento della periferica avverrà con un byte di indirizzo trasmesso come primo dato sia da che verso la centrale.

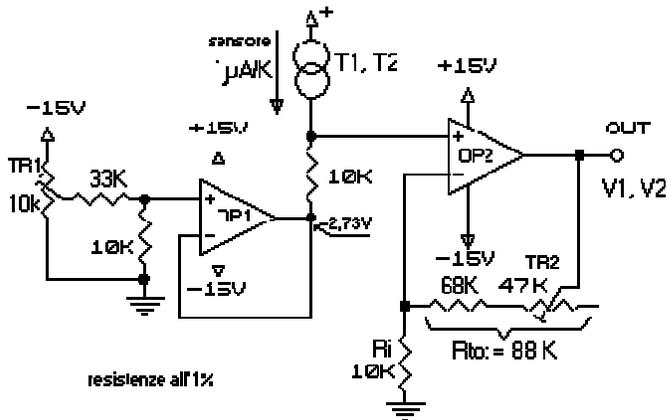
## SCHEMA A BLOCCHI



### SENSORE DI TEMPERATURA

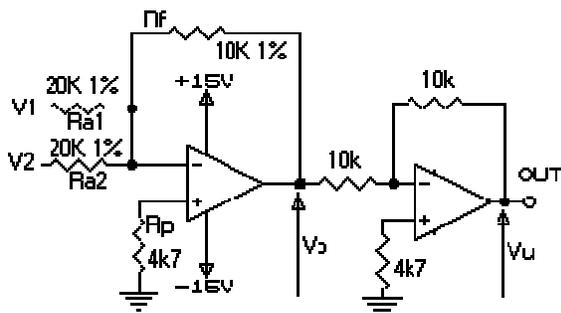
Considerando che la temperatura confortevole di una stanza si aggira attorno a 20 °C ipotizziamo che un controllo idoneo a tale scopo debba essere in grado di rilevare temperature da 0 °C a 50 °C. Dobbiamo convertire tale  $\Delta T$  di 50 °C in una tensione nel campo tra 0 e 5 Volt così da poter usare il convertitore ADC contenuto nell' ST6225 per avere un numero digitale proporzionale alla temperatura. Ipotizzando di attribuire ai 30 °C il numero  $N=150$  (considerato che il massimo numero dato dall'ADC è 255) , a 0 °C corrisponderà il numero 0. In pratica avremo  $N(t) = 5 \times T$  (°C) Fissati questi parametri ne consegue che la tensione d'ingresso all'ADC dovrà essere : a 15 °C -->  $5/255 = V/75$  -->  $V = 5 \times 75/255 = 1,47$  V a 30 °C -->  $V = 5 \times 150/255 = 2,941$  V. Se la corrente di 1  $\mu A/^\circ K$  scorre in una resistenza da 10000 Ohm avremo una caduta di tensione di 2,732 V a 0 °C, pertanto a 15 °C avremo 2,882 V e a 30 °C 3,032 V. Se si sottrae in modo fisso 2,732V avremo un segnale di 10 mV/°C cioè 0,3V a 30 °C. Ne consegue che per raggiungere le tensioni calcolate sopra da inviare all'ADC si dovrà introdurre un'amplificazione di  $A = V_{out}/V_{in} = 2,941/0,3 = 9,8$

## CONVERTITORE CORRENTE TENSIONE



Con OP1 si ottiene una tensione fissa di -2,732 V regolabile con il trimmer TR1. Sul pin non invertente di OP2 arriverà la differenza fra la caduta sulla  $r$  da 10K del sensore e i -2,732V di OP1 e cioè 10mV per °C. OP2, configurato come amplificatore non invertente, avrà una amplificazione  $A = 1 + R_{tot}/R_i$  da cui  $A - 1 = R_{tot}/R_i$   $R_{tot} = (A - 1) R_i$ . Fissando  $R_i = 10 \text{ K}$  sarà  $R_{tot} = 9,8 \cdot 10^3 = 88 \text{ KOhm}$ . Per una miglior regolazione del guadagno si suddivide  $R_{tot}$  in una resistenza fissa da 68 K e un trimmer TR2 da 47k. Per la taratura regolare il trimmer TR1 da 10 KOhm per avere in uscita di OP1 una tensione negativa di -2,732V. Per regolare il guadagno di OP2 si dovrà applicare al posto del sensore una tensione di 0,3 volt (pari a 30 °C) e variare il trimmer TR2 affinché in uscita di OP2 si legga 2,941V. Considerato che la tensione massima misurabile con ADC dell'ST6 è di 5V la massima temperatura rilevabile sarà di  $5V/9,8 = 0,51V$  sulla  $R$  da 10 K del sensore che sapendo essere 10mV/°C avremo  $^\circ\text{C} = 0,51V/10mV/^\circ\text{C} = 510/10 = 51 \text{ }^\circ\text{C}$ . Prima di convertire la tensione in un numero bisogna, come richiesto, interporre un circuito capace di mediare le tensioni  $V_1$  e  $V_2$  proporzionale alle due temperature  $T_1$  e  $T_2$ . Si intende usare un sommatore invertente seguito da un amplificatore invertente con guadagno unitario per riportare in fase la tensione finale  $V_u$  utile per il convertitore ADC.

## SOMMATORE INVERTENTE



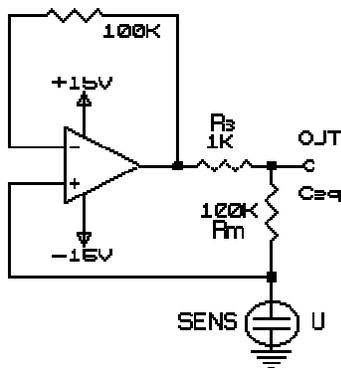
$V_o = -V_1 \times R_f/R_{a1} - V_2 \times R_f/R_{a2}$  per avere  $V_o = -(V_1 + V_2)/2$  cioè la media dovrà essere  $R_f/R_{a1} = 1/2 = 0,5$  fissando  $R_{a1} = R_{a2} = 20\text{Kohm}$  si avrà  $R_f = 20/2 = 10 \text{ K}$  (è

opportuno usare resistenze con tolleranza all'1%). Per una migliore stabilità dell'offset dovrà essere  $R_p = R_{a1} // R_{a2} // R_f$   $R_p = 1 / (1/20 + 1/20 + 1/10) = 5K$  valore commerciale 4K7  
 $V_u = -V_o \times A$  ma  $A$  è unitario pertanto  $V_u = (V_1 + V_2) / 2$  come si voleva.

### SENSORE DI UMIDITÀ

Per legare la variazione di capacità del sensore di umidità ad una proporzionale variazione di tensione si intende utilizzare un convertitore Frequenza Tensione per poter poi usare un ADC per ottenere la percentuale di umidità espressa in un numero digitale. Utilizzando il micro ST6225 la tensione d'ingresso all'ADC potrà variare da 0 V a 5 V e il valore numerico da 0 a 255. Essendo la capacità del sensore piuttosto esigua, da usare direttamente in un oscillatore ad onda quadra con operazionale, si intende utilizzare un moltiplicatore di capacità con operazionale con un fattore di moltiplicazione pari a 100. Pertanto la variazione della capacità così moltiplicata varierà da 15 nF per  $U=0\%$  a 20 nF per  $U=100\%$ .

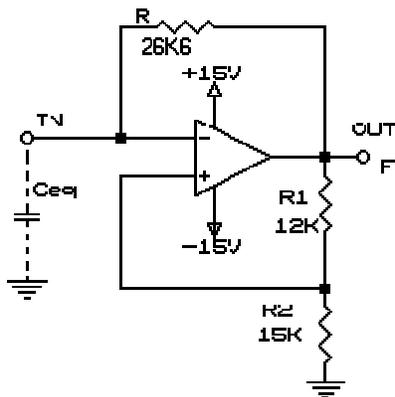
### MOLTIPLICATORE DI CAPACITÀ



$$C_{eq} = C_{sens} \times R_m / R_s = C_{sens} \times 100$$

Ne consegue che la variazione di capacità equivalente varierà tra 15 nF per una umidità  $U = 0\%$  e i 20 nF per una umidità  $U = 100\%$ .

## OSCILLATORE AD ONDA QUADRA CON OP.



Imponendo una  $F = 1 \text{ KHz}$  in corrispondenza della capacità di  $15 \text{ nF}$  e esaminando il circuito oscillatore ad operazionale, avremo :  $F = 1/T$  dove  $T = 2 R C \log_n (1+n)/(1-n)$  dove  $n = R2/(R2+R1) = 15/(12+15) = 0,5555$   $(1+n)/(1-n) = 3,5$  il logaritmo naturale di  $3,5 = 1,252763$

$$F = 1 / T = 1/(2 R C 1,252763) = 0,399/RC$$

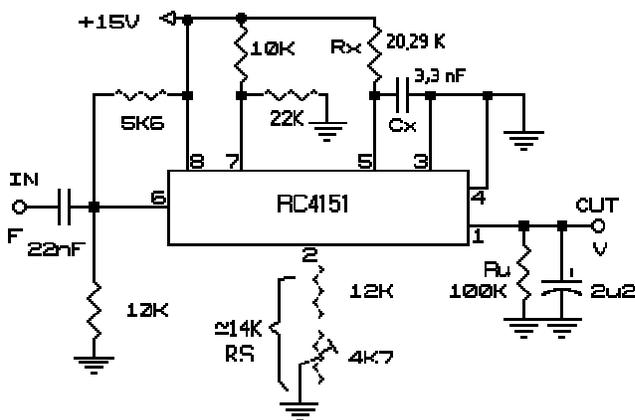
per  $C=150 \text{ pF} \rightarrow = 15 \text{ nF}$  imponendo  $F = 1 \text{ KHz}$  sarà :

$$R = \frac{0,399}{15 \times 10^{-9} \times 10^{-3}} = 26,6 \text{ K}$$

Conoscendo la  $R$  quando si avrà  $C=200 \text{ pF} \rightarrow = 20 \text{ nF}$  la frequenza diventerà :

$$F = \frac{0,399}{20 \times 10^{-9} \times 26,6 \times 10^3} = 750 \text{ Hz}$$

## CONVERTITORE FREQUENZA/TENSIONE



Esaminando i dati applicativi dell'integrato RC4151, usato come convertitore Frequenza/Tensione, emerge la formula seguente :

$$V_o = F R_x C_x R_u \cdot 1,1 \cdot V_{ref}/R_s \text{ dove } R_s=14K \quad V_{ref} = 1,9V \quad R_u=100K$$

$$V_o = \frac{F \cdot R_x \cdot C_x \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,9}{14 \cdot 10^3} = F \cdot R_x \cdot C_x \cdot 14,9285$$

$$\text{Da cui } R_x \cdot C_x = \frac{V_o}{F \cdot 14,9285} = 0,06698 \frac{V_o}{F}$$

Per una tensione d'uscita  $V_o$  massima di 5 volt e  $F_{max}$  di 5 KHz  $R_x C_x = 66,98$  microS

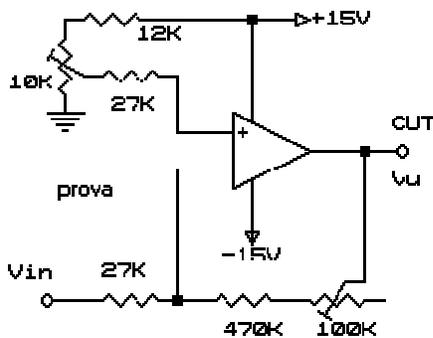
Fissando  $C_x = 3,3$  nF sarà :

$$R_x = \frac{66,98 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{-9}} = 20,29 \text{ Kohm}$$

Per la frequenza di 1KHz avremo  $V_o = 14,9285 F R_x C_x = 1V$  e per la frequenza di 750Hz

$V_o = 14,9285 F R_x C_x = 0,75 V$ . Ritoccare eventualemnte il trimmer da 4k7 in serie alla 12K sul pin 2 dell'XR4151. Si nota che la tensione in uscita dal convertitore frequenza/tensione è inversamente proporzionale alla capacità del sensore . Inoltre si ha un deltaV di 250 mV per un deltaU del 100% con un valore numerico restituito dall'ADC che potrà andare 0 e 255 con una tensione da 0 a 5 volt. Ne consegue che la tensione dell' F/V va amplificata di un valore  $A = 5/0,25 = 20$  volte. Utilizzando un amplificatore differenziale ad operazionale si potrà avere in uscita + 5V con  $V_{in} = 0,75V$  e 0V con  $V_{in} = 1V$  cosi da avere la proporzionalità diretta fra umidità e tensione, precisamente sarà :  $255 : N(u) = 100\% : U\%$  ad esempio se ADC dà come Numero 185 sarà  $U\%=(185 \times 100) : 255 = 72,54 \%$

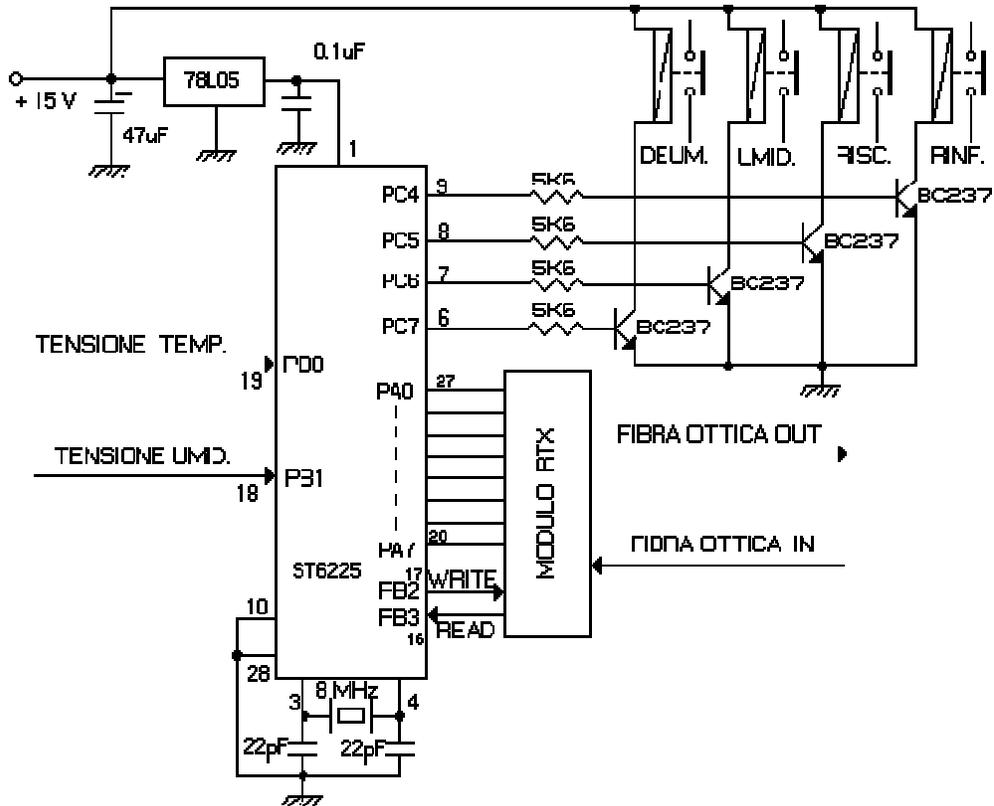
### AMPLIFICATORE INVERTENTE



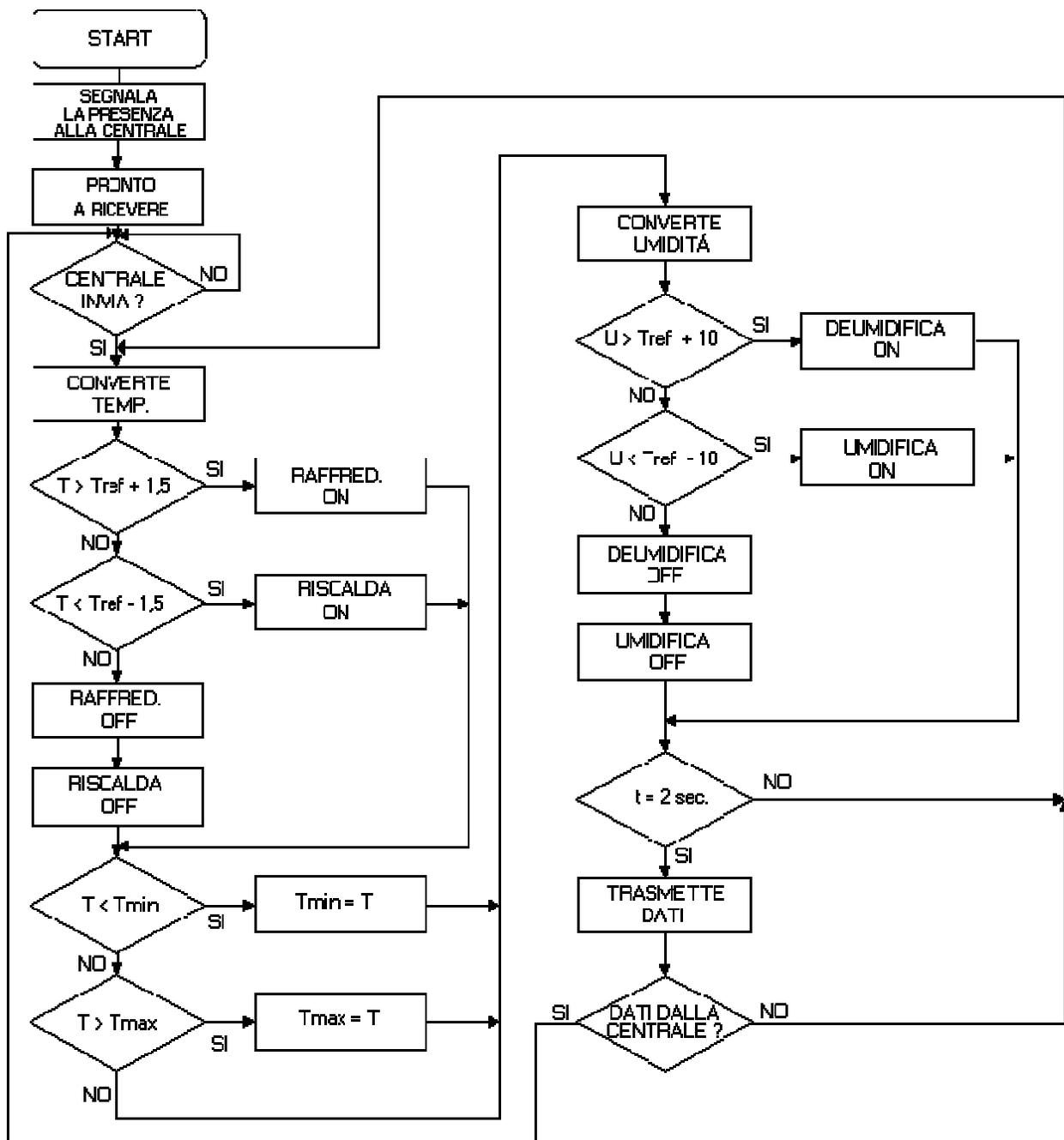
Fissando  $R = 27 K$  ed essendo il guadagno  $A = 20 = R_f/R$  sarà  $R_f = 20 \times 27 \times 1000 = 540 Kohm$  che suddivido in una fissa da 470 K e in un trimmer da 100K. Con  $V_{in} = 0,75$

V regolo il trimmer da 10 K per avere  $V_u = 5V$  mentre con  $V_{in} = 1V$  regolo il trimmer da 100K per avere  $V_u = 0 V$  . Ripetere l'operazione per una migliore taratura.

### MICROCONTROLLORE ST6225



Mediante i 4 pin della port\_c (PC4-PC5-PC6-PC7) si pilotano le basi dei 4 transistori che a loro volta eccitano o no i relè che con i loro contatti attivano, secondo le esigenze del momento, i dispositivi di riscaldamento, raffreddamento, umidificazione e deumidificazione. Con due pin della port\_b (PB0-PB1) si effettuerà la conversione analogica digitale delle tensioni proporzionali alla temperatura e all'umidità. Con PB2 e PB3 si gestirà la scrittura di un byte da e per il modulo RTX. La port\_a servirà sia come input che come output durante la comunicazione da e per la centrale con il modulo di trasmissione e ricezione attraverso la fibra ottica.



Allo START il programma dovrà configurare gli I/O secondo quanto già specificato in precedenza. Segnala alla centrale la presenza e si predispona a ricevere  $T_{ref}$  e  $U_{ref}$  e rimane ad aspettare questi dati. Esegue la conversione della tensione proporzionale alla temperatura in un numero contenuto in un byte, verifica se questo è maggiore della  $T_{ref}$  (temperatura di riferimento) di  $1,5^\circ\text{C}$  e se si deve attivare il relè che comanda il circuito di raffreddamento altrimenti deve verificare se è minore di  $T_{ref}$  di  $1,5^\circ\text{C}$  e se si deve attivare il relè che comanda il circuito di riscaldamento. Se la temperatura valutata è compresa nella fascia di  $\pm 1,5^\circ\text{C}$  rispetto alla  $T_{ref}$ , allora deve spegnere gli eventuali circuiti di riscaldamento o raffreddamento che fino a quel momento erano attivi. Ricorda la temperatura massima misurata e quella minima, infatti se  $T$  misurato è maggiore del precedente  $T_{max}$ , quest'ultimo diventa pari al nuovo valore di  $T$  appena valutato. Stessa cosa per  $T_{minimo}$ , se  $T$  misurato è inferiore a  $T_{min}$ , quest'ultimo diventa pari al nuovo valore di  $T$  appena valutato. Dopo il controllo della temperatura si passa a quello dell'umidità; anche in questo caso si procede prima alla valutazione dell'umidità mediante la conversione della tensione e poi al confronto con la  $U_{ref}$ . Il tema non chiede un controllo anche sull'umidità ma considerato che il valore numerico è comunque richiesto dalla centrale, si ritiene opportuno aggiungere anche questa parte del circuito che completa e migliora l'intero sistema. Se l'umidità  $U$

supera quella di riferimento Uref di 10 unità si deve eccitare il relè che attiva il deumidificatore altrimenti verifica se il valore rilevato U è inferiore ad Uref di 10 unità e se si attiva l'umidificatore. Se l'umidità valutata è nella norma allora deve spegnere sia deumidificatore che umidificatore. A questo punto il programma deve verificare se sono trascorsi due secondi e se si trasmette i dati di temperatura e di umidità, altrimenti ricomincia a valutare T e U.

#### LISTATO ASSEMBLER ST62

```

tref .def 084h ;contiene il valore numerico della temperatura di
riferimento
trefpiu .def 085h ;valore della temperatura di riferimento + 1.5°C (val.
num. +13 )
trefmen .def 086h ;valore della temperatura di riferimento - 1.5°C (val.
num. -12 )
tmin .def 087h ;valore minimo della temperatura misurata
tmax .def 088h ;valore massimo della temperatura misurata
temp .def 089h ;valore della temperatura misurata
uref .def 08ah ;contiene il valore numerico dell'umidità di riferimento
urefpiu .def 08bh ;valore dell'umidità di riferimento + 10U (val. num. +26)
urefmen .def 08ch ;valore dell'umidità di riferimento - 10U (val. num. -25)
umidita .def 08dh ;valore dell'umidità misurata
aa .def 08eh ;per salvare momentaneamente il registro a
sec2 .def 08fh ;per valutare i due secondi
dura .def 090h ;per contare le volte INT_TIM per valutare 1 secondo

raff .equ 4 ;PC4 - numero bit di port_c per ON/OFF raffreddamento
risc .equ 5 ;PC5 - numero bit di port_c per ON/OFF riscaldamento
umid .equ 6 ;PC6 - numero bit di port_c per ON/OFF umidificatore
deum .equ 7 ;PC7 - numero bit di port_c per ON/OFF deumidificatore
write .equ 2 ;PB2 - numero bit di port_b per segnalare WRITE
read .equ 3 ;PB3 - numero bit di port_b per valutare READ

ldi pdir_a,11111111b ;port_a definita inizialmente come out
ldi popt_a,11111111b ;successivamente nel programma sarà o input o
output
ldi port_a,00000000b ;uscite tutte a livello 0

ldi pdir_b,00000100b ;PB2 sempre out
ldi popt_b,00000100b ;PB3 sempre input
ldi port_b,00000000b ;PB0 e PB1 sempre input uno alla volta ADC

ldi pdir_c,11110000b ;disponibili solo PC4-PC5-PC6-PC7 tutti output
ldi popt_c,11110000b
ldi port_c,00000000b

tim_int ;INT TIMER
ld aa,a ;salva reg. a
ldi wdog,255 ;ogni 12 x 64 x 208/8.000.000 =19.9mS
ld tscr, 01011110b ;prescaler=64
ldi tcr,208
dec dura ;nr per ottenere un secondo
jrnz ritor
dur ldi dura,50
inc sec2
ritor ld a,aa ;riprende valore di a
reti

portin ;PREDISPONE PORT_A COME INPUT
ldi port_a,0
ldi popt_a,0
ldi pdir_a,0

```

```

ret
portout                                ;PREDISPONE PORT_A COME OUT
ldi  pdir_a,255
ldi  popt_a,255
ldi  port_a,0
ret
outdati                                ;USCITA DATI VERSO CENTRALE
ld   port_a,a                          ;mette valore di a sul bus dati
ld   a,port_b
set  write,a                            ;setta il bit di PB2 per segnalare invio
primo byte
ld   port_b,a                          ;write va alto
cfm  jrr  read,port_b,cfm              ;apsetta conferma ricezione da parte della
centrale
ld   a,port_b
res  write,a                            ;restta il bit di PB2
ld   port_b,a                          ;write va alto
ret

main                                    ;PROGRAMMA PRINCIPALE
ldi  wdog,255
set  4,ior                              ;abilita INT del timer
ldi  tcr,208                            ;predispone timer - INT ogni 20 mS circa
ldi  tscr,01011110b                    ;=64
ldi  dura,50                           ;per avere circa un secondo
ld   a,port_b
set  write,a                            ;setta il bit di PB2
ld   port_b,a                          ;write va alto, segnala la presenza alla
centrale
call  portin                            ;configura port_a come input
inizio clr  sec2                        ;azzerata contatore dei 2 secondi
aspetta jrr  read,port_b,aspetta        ;aspetta che read venga messo alto
ld   a,port_a                          ;prende il primo byte (Tref) inviato dalla
centrale
ld   tref,a                             ;mette valore in Tref
addi a,13                               ;trova tref+1,5 gradi
ld   trefpiu,a                          ;e salva in trefpiu
subi a,25                               ;trova tref-1,5 gradi
ld   trefmen,a                          ;e salva in trefmen
ld   a,port_b
res  write,a                            ;resetta write
ld   port_b,a                          ;write va basso
asp  jrs  read,port_b,asp               ;aspetta che read vada basso per capire
che è arrivato Uref
ld   a,port_a
ld   uref,a                             ;mette valore in Uref
addi a,26                               ;trova Uref + 10
ld   urefpiu,a                          ;salva in urefpiu
subi a,51                               ;trova Uref - 10
ld   urefmen,a                          ;salva in urefmen
adc  ldi  port_b,00000001b              ;PB0 = ADC  Temperatura
ldi  pdir_b,00000100b
ldi  popt_b,00000101b
ldi  adcr,00110000b                    ;abilita A/D
att  jrr  6,adcr,att                   ;attende fine conversione
nop
ld   a,addr                             ;prende in a il valore della conversione
ld   temp,a                             ;salva nuovo valore misurato della
temperatura
cp   a,trefpiu                          ;verifica se la temp misurata è superiore
a Tref+1,5 gradi
jrc  very1                              ;se inferiore salta

```

```

        set    raff,port_c           ;altrimenti mette alto il bit PC4 per
attivare il raffreddamento
        jp    offall1
very1   cp    a,trefmen             ;verifica se minore di Tref-1,5 gradi
        jrnz  offall1             ;se maggiore o uguale salta
        set    risc,port_c         ;altrimenti mette alto il bit PC5 per
attivare riscaldamento
        jp    verum               ;va a verificare valori umidità
offall1 res    raff,port_c         ;spegne se acceso raffreddamento
        res    risc,port_c       ;spegne se acceso riscaldamento
        cp    a,tmin              ;individua e ricorda Tmin e Tmax
        jrnz  max                 ;se maggiore o uguale salta
        ld    tmin,a              ;altrimenti ricorda nuovo valore minimo
max      cp    a,tmax
        jrc   verum               ;se minore di Tmax salta
        ld    tmax,a             ;altrimenti ricorda nuovo valore massimo
verum   ldi    port_b,00000010b    ;PB1 = ADC umidità
        ldi    pdir_b,00000100b
        ldi    popt_b,00000110b
attesa  jrr   6,adcr,attesa       ;attende fine conversione
        nop
        ld    a,addr              ;prende in a il valore della conversione
        ld    umidita,a          ;salva valore umidità misurato
        cp    a,urefpiu          ;verifica se l'umidità misurata è nel
range previsto
        jrc   very2              ;se minore di Uref + 10 salta
        set    deum,port_c       ;altrimenti mette alto il bit PC7 per
attivare deumidificatore
        jp    offall2
very2   cp    a,urefmen
        jrnz  offall2            ;se l'umidità misurata è maggiore a Uref -
10 salta
        set    umid,port_c       ;altrimenti mette alto il bit PC6 per
attivare umidificatore
        jp    time
offall2 res    umid,port_c       ;spegne se eventualmente acceso
umidificatore
        res    deum,port_c      ;spegne se eventualmente acceso
deumidificatore
time    ld    a,sec2             ;prende valore di sec2 per verificare se
sono due secondi
        jrnz  invia              ;continua a verificare temperatura e
umidità
        jp    adc
invia   call   portout           ;configura port_a come output
        ld    a,temp             ;prende temperatura
        call  outdati           ;va ad inviare i dati verso la centrale
        ld    a,tmax            ;prende temperatura massima
        call  outdati           ;invia
        ld    a,tmin            ;prende temperatura minima
        call  outdati           ;invia
        ld    a,umidita         ;prende umidita
        call  outdati           ;invia
        call  portin            ;configura port_a come input
rx      jrs   read,port_b,rx     ;attende che read va basso
        ldi   a,255             ;per un piccolo ritardo
        ldi   x,10
ldia    ldi   a,255             ;per un piccolo ritardo (circa 50 ms)
indati  dec   a
        jrz   decx              ;se terminato ritardo salta
        jrr   read,port_b,indati ;se nel frattempo read non va alto salta a
indati

```

```
        jp      inizio                ;altrimenti la centrale vuole inviare
nuovi Tref e Uref
decx    dec     x
        jrz    norx                ;terminato il ritardo salta
        jp     ldia                ;altrimenti continua ritardo
norx    clr     sec2                ;azzerata contatore dei due secondi
        jp     adc
```