

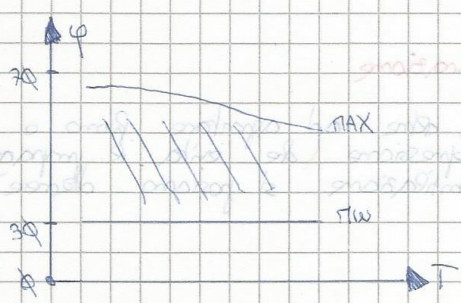
Prima di parlare degli impianti di condizionamento definiamo alcuni concetti di base. Innanzitutto definiamo **umidità** la quantità di vapore d'acqua presente in una massa di aria. Per **umidità assoluta** si intende la quantità di vapore d'acqua contenuta in un metro cubo di aria. Per un tale grandezza dipende dalla pressione atmosferica, ed è per questo motivo che spesso si prende in considerazione l'**umidità specifica**, ossia la quantità di vapore contenuta in un chilogrammo di aria, in quanto è indipendente dalla pressione atmosferica.

Si definisce **umidità relativa** il rapporto tra la quantità di vapore contenuta in una massa di aria e la massima quantità di vapore che può esserci in quella massa di aria a temperatura e pressione medesime. Lo strumento utilizzato per misurare l'umidità è l'**igrometro**.

L'atmosfera contiene sempre una certa quantità di acqua. Più elevata è la temperatura dell'aria e maggiore è la quantità di acqua assorbita. Dalla precedente definizione di umidità relativa si ha:

$$\text{UMIDITÀ RELATIVA} = \frac{\text{quantità acqua presente}}{\text{quantità acqua sat.}} \times 100$$

L'umidità relativa ha una certa influenza sul comfort. In particolare con una umidità relativa inferiore al 35% si ha la formazione di pulviscolo atmosferico mentre con una umidità relativa superiore al 70% si ha la possibilità di creazione della muffa in certi locali. Il seguente grafico mostra come varia l'umidità relativa  $\phi$  in funzione della temperatura  $T$ :



Anche la velocità dell'aria gioca un ruolo essenziale per il mantenimento del comfort in un locale. Quindi è nobile un giusto equilibrio tra la temperatura e la velocità dell'aria. Di solito un impianto di condizionamento è così strutturato:



T = linea di mandata  
R = linea di ritorno



2

Vediamo ora di entrare nel dettaglio degli impianti di condizionamento. Innanzitutto possiamo distinguere due sistemi di ventilazione:

- 1) ventilazione naturale
- 2) ventilazione forzata

La ventilazione naturale si ottiene quando si ha circolazione di aria per mezzo di una differenza di pressione tra esterno e interno. Per esempio:



La differenza di pressione è causata sia dal vento sia dalla differenza di temperatura. Comunque la ventilazione avviene per via della presenza di fessure nella parte di finestra, etc. La ventilazione forzata si ha quando l'aria viene introdotta nel locale artificialmente. La così detta aria di rinnovo prima di essere introdotta nel locale viene filtrata, riscaldata o raffreddata e umidificata. Un impianto di ventilazione forzata può essere:

- 1) impianto di aspirazione
- 2) impianto di ventilazione
- 3) impianto di ventilazione e aspirazione

È bene ricordarsi che l'aspirazione oltre ad aspirare fumo o aria inquina dal locale provoca una depressione del locale e propagarsi dei cattivi odori. Con gli impianti di ventilazione si possono ottenere i seguenti trattamenti dell'aria:

- 1) rinnovo dell'aria ambiente
- 2) riscaldamento dell'aria
- 3) raffreddamento dell'aria
- 4) umidificazione
- 5) deumidificazione

Per spiegare questi concetti bisogna spiegare cosa è l'UTA. UTA sta per unità di trattamento dell'aria ed è una macchina che viene usata nei




grossi impianti di climatizzazione. Questa macchina prende aria dall'esterno e la porta a somma delle richieste dimandate. I parametri coinvolti nel trattamento dell'aria sono:

- 1) temperatura
- 2) umidità
- 3) velocità
- 4) purezza

Schematicamente si ha:



Il simbolo  è il simbolo della **ventilazione**. La ventilazione viene usata per far passare l'aria a meno nel modo. Una volta che l'aria passa attraverso la ventilazione, essa viene preriscaldata attraverso il **modulo di preriscaldamento** il cui simbolo è il seguente:



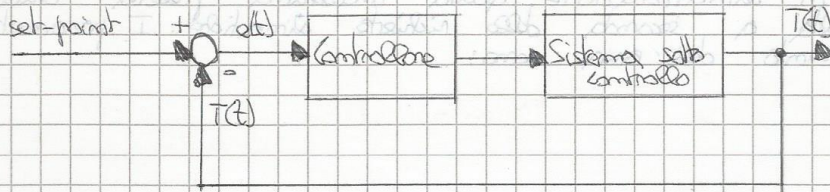
Una volta preriscaldata l'aria essa viene deumidificata/umidificata nell'apposito **umidificatore**. Tale componente permette di umidificare l'aria essa cambia in percentuale più ricca di vapori d'acqua. Il simbolo dell'umidificatore è il seguente:



L'umidificazione è necessaria per esempio in quei locali dove c'è presenza di materiali **igroscopici** (materiali umidi). La vediamo più nel dettaglio alcuni aspetti degli A/C. Il preriscaldamento viene solitamente effettuato quando l'aria in ingresso esterna più è molto fredda, e quindi deve essere per il appunto riscaldata. La regolazione della temperatura di mandata viene svolta tramite dei **termostati** ossia tramite dei dispositivi elettronici usati proprio per il controllo della temperatura. Il funzionamento di un termostato si basa su un sensore di temperatura e su un sistema di controllo ad anello chiuso; consideriamo la seguente situazione:



b)



Il sensore di temperatura (sonda di temperatura) legge la temperatura presente per esempio in una stanza e questa temperatura viene confrontata con il set point che rappresenta la temperatura (in questo caso) desiderata dall'utente. Sulla base del risultato di questa comparazione il regolatore inserisce o disinserisce degli elementi riscaldanti che generano o assorbono calore.

REGOLATORE

$T_A$  = Temp. Ambiente  
 $T_e$  = Temp. Elemento

$T_A$

Elemento

Se  $T_A > T_e$  allora l'elemento assorbe calore e quindi se il set point è maggiore di  $T_A$  allora tali elementi vengono inseriti e se  $T_e > T_A$  viceversa se il set point è minore di  $T_A$  tali elementi vengono dismessi. Quindi i termoregolatori hanno bisogno di:

- 1) un apparato di riscaldamento / raffreddamento
- 2) sonda di temperatura.

L'apparato di riscaldamento / raffreddamento può essere un riscaldatore (resistenza), mentre il secondo è una accuratissima sonda per misurare la temperatura.

In genere, in ambito industriale come sonde di temperatura si usano:

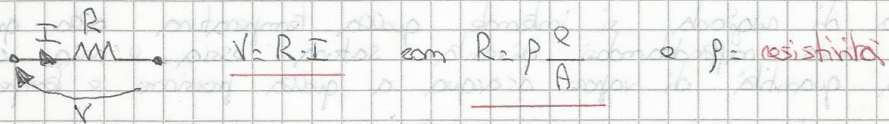
- 1) Pt 100, Pt 1000
- 2) Ni 100, Ni 1000

Pt sta per Platino e Ni sta per Nichel. Il Platino è un metallo malleabile, duttile di colore bianco-argento. Immaginato per malleabilità si intende quella proprietà dei metalli per cui se si colpisce un pezzo di metallo con un martello lo si riduce ad una sottile foglia. Per duttilità si intende quella proprietà per cui un metallo sottoposto ad un carico si deforma prima di rompersi. La duttilità è l'opposto della fragilità. Il Platino è anche resistente alla corrosione. Il Platino non si ossida a contatto con l'aria nemmeno ad alte temperature, possiede materiali capaci catalitici ossia se si prende una miscela di idrogeno e ossigeno gassosi e li portiamo a contatto con il Platino, esso esplosione.



Il Nichel invece è anch'esso un metallo bianco-argento e duro, malleabile e duttile ed è resistente all'ossidazione.

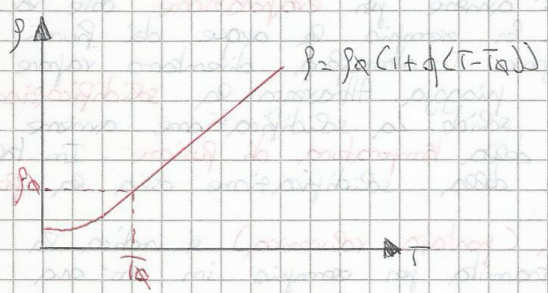
Le **termoresistenze** sono dei sensori di temperatura che sfruttano la variazione della resistenza di alcuni materiali al variare della temperatura. Vediamo il caso dei metalli. La legge di Ohm su una resistenza assume il seguente aspetto:



Quindi  $\rho$  è la resistività ed è una costante di proporzionalità che dipende dalla natura fisica del conduttore. Per i metalli si trova che  $\rho$  aumenta con la temperatura secondo la seguente relazione lineare:

$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta T) = \rho_0 (1 + \alpha (T - T_0))$   $\alpha$ : **coeff termico**

Il coefficiente termico è caratteristico del materiale. Graficamente si ha:



Sfruttando quest'ultima relazione si può risalire alla temperatura misurando una resistenza. Le Pt100 e le Pt1000 sono termoresistenze a filamento di Platino. La resistenza del filamento alla temperatura di  $0^\circ C$  è pari rispettivamente a 100  $\Omega$  e 1000  $\Omega$ . Analogo discorso per il Ni100. Torniamo al termoregolatore. L'elemento "sensibile" del termoregolatore viene ubicato nel canale del circuito di mandata, a valle del ventilatore ed in prossimità dell'introduzione dell'aria nel locale.

Nei impianti di raffreddamento, l'aria di mandata deve essere in grado di neutralizzare il calore estraneo. Il raffreddamento, in generale, viene ottenuto usando delle batterie nelle quali circola acqua fredda. Quindi per mantenere la temperatura dell'ambiente ad un prefissato valore, l'impianto deve essere corredato sia da una batteria del caldo sia da una batteria del freddo.

Un concetto importante è anche il concetto dell'umidificazione. È compito dell'umidificatore di fornire all'aria il vapore d'acqua necessario per fare aumentare l'umidità relativa. Tale aumento viene fatto nel condotto di mandata tramite uno spruzzo diretto di vapore nell'aria del canale o

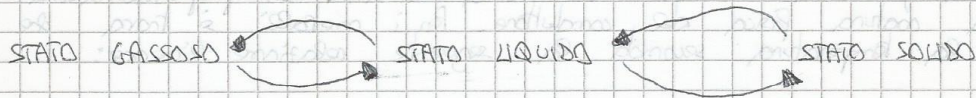


6

tramite precipitazione dell'acqua nell'aria tramite ugelli. Vengono si usano i deumidificatori per diminuire l'umidità relativa presente nell'aria. La deumidificazione può essere ottenuta raffreddando l'aria di mandata fino alla **temperatura di rugiada** e l'eccesso di vapore d'acqua condensata nell'aria viene aspirata tramite la condensa, oppure si assente vapore d'acqua tramite materiale solido desiccante.

La temperatura di rugiada si intende quella temperatura alla quale una massa di **aria** raffreddandosi diventa satura, ossia l'aria contiene la massima quantità di vapore d'acqua a quella pressione e temperatura.

Indichiamo brevemente le tre transizioni di fase fondamentali:



La transizione dallo stato gassoso allo stato liquido viene chiamata **condensazione**. Tale trasformazione che è di natura esotermica, può avvenire a temperatura costante per compressione o per espansione adiabatica. La transizione da liquido a gas avviene per **evaporazione** dove la temperatura del liquido tende a diminuire. Un esempio è l'acqua dei fiumi dei laghi e dei mari quando raggiungono l'atmosfera, diventano vapore che poi per condensazione si trasformano in pioggia. Attraverso la **solidificazione** si passa dallo stato liquido allo stato solido. La solidificazione avviene quando la temperatura scende al di sotto della **temperatura di fusione**. In tale temperatura avviene il fenomeno inverso della solidificazione ossia la **fusione**.

Con il termine **massa volumica (portata volumica)** si indica la portata, in metri cubi di aria, che transita per esempio in un'ora, nel condotto. Si indica con:

$$\dot{V} = \frac{dV}{dt} \quad [m^3/h]$$

Negli ambienti di ventilazione la portata totale di aria è data da:

$$\dot{V} = \text{volume degli ambienti} \cdot \text{numero di ricambi}$$

Consideriamo invece ambienti nei quali siamo in presenza di vapori acidi. In questo caso la massima portata volumica, in base al massimo valore ammesso di inquinamento, è data da:

$$\dot{V} = \frac{K}{K_i - K_a} = m^3/h$$