

# Misure on-line

**Cipressi Daniele**  
*(Burgo Chieti)*

Relazione finale  
7° Corso di Tecnologia per tecnici cartari  
**1999/00**



**Scuola Interregionale  
di tecnologia  
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50  
37138 Verona

## **1- Introduzione**

- 1.1 - Trattamento e/o produzione della materia prima
- 1.2 - Centrale per vapore ed energia
- 1.3 - Trattamento delle acque
- 1.4 - Preparazione impasti
- 1.5 - Macchina continua
- 1.6 - Trasformazioni
- 1.7 - Trattamento degli scarichi

## **2- Storia delle misurazioni**

### **3- Misure della carta**

- 3.1 - Grammatatura
- 3.2 - Umidità
- 3.3 - Grammatatura a secco
- 3.4 - Spessore
- 3.5 - Contenuto di ceneri
- 3.6 - Formazione
- 3.7 - Opacità
- 3.8 - Grado di brillantezza
- 3.9 - Liscio
- 3.10 - Colore
- 3.11 - Temperatura
- 3.12 - Dimensione

### **4- Principio di funzionamento**

- 4.1 - Ultrasuoni
- 4.2 - Nucleonico
- 4.3 - Standardizzazione
- 4.4 - Software per il calcolo della grammatura
- 4.5 - Transmission Ratio
  - 4.5.1 - Funzione esponenziale inversa
  - 4.5.2 - Curva del Ratio
  - 4.5.3 - Costanti di calibrazioni dei Grades
  - 4.5.4 - Procedure di misurazione
  - 4.5.5 - Stabilità del sensore

### **5- La ritenzione**

- 5.1 - Meccanismo della ritenzione
- 5.2 - Misura della ritenzione
- 5.3 - Ritenzione meccanica
  - 5.3.1 - Meccanismo di ritenzione meccanica
  - 5.3.2 - Ritenzione totale (%)
  - 5.3.3 - Ritenzione Single-Pass (%)
- 5.4 - Ritenzione chimica
  - 5.4.1 - Coagulazione
  - 5.4.2 - Flocculazione
- 5.5 - Ritenzione su una macchina continua
  - 5.5.1 - Descrizione del sistema RET 5300 e misurazioni

### **6- Regolazione della cassa d'afflusso**

- 6.1 - Schema della regolazione della cassa d'afflusso

# 1. INTRODUZIONE

Negli ultimi vent'anni i consumi sono aumentati non proporzionalmente alla crescita della produzione, e questo ha portato un forte aumento dell'importazione di carta nel nostro paese. Questo clima di concorrenza, nell'intenzione di recuperare uno svantaggio sia tecnologico che produttivo, ha portato a fare forti investimenti e a dare particolare attenzione nei nuovi sistemi di automazione.

Per migliorare la competitività delle nostre cartiere, a parte investimenti per macchinari moderni, si è dovuto lavorare su due punti fondamentali: la qualità e l'efficienza.

Ed è qui che l'automazione gioca un ruolo importante. In effetti, in molti casi si è visto che il produttore accorto utilizza un nuovo concetto di automazione per portare la qualità e l'efficienza ad un livello tale da essere sfruttato come vantaggio competitivo. In generale, i sistemi di automazione permettono di esaminare le situazioni e tenere il processo sotto controllo, assicurando la migliore qualità del prodotto e la massima efficienza di fabbricazione.

Questo lo si può ottenere con :

- l'osservazione ed il monitoraggio del processo per avere le informazioni al momento giusto;
- la regolazione del processo per assicurare che i parametri di funzionamento di base siano sempre mantenuti entro i limiti di tolleranza;
- la gestione delle deviazioni dal corretto funzionamento, meglio se in maniera assistita, perché esse durino il minor tempo possibile e si torni rapidamente alla marcia normale;
- la centralizzazione delle operazioni e delle informazioni, per facilitare le decisioni e renderle esecutive nella maniera più economica;
- l'ottimizzazione del processo, che è il frutto di procedure automatiche, ma anche della sensibilità e dell'esperienza dell'operatore.

Alcuni esempi concreti possono illustrare questi concetti.

Il primo caso è quello in cui l'automazione si rende necessaria per controllare la qualità della carta e per assicurarne l'uniformità nel tempo. Questi aspetti sono molto legati alla certificazione della propria produzione, per cui l'automazione offre il mezzo per eseguire le conseguenti molteplici operazioni ripetitive. Un elemento caratteristico della produzione di casa nostra è la flessibilità di fabbricazione delle cartiere. Anche in

questo caso l'automazione risulta di grande ausilio, infatti, grazie alla centralizzazione delle operazioni, si possono ottenere notevoli risparmi di tempo durante i cambi di tipo e le messe in marcia. Se si verifica un'anomalia è importante che l'operatore, assistito dal sistema, reagisca nel modo migliore e più rapido.

Un caso classico di applicazione dell'automazione è il controllo delle materie prime; è ben noto che un reparto di preparazione che possa assicurare un impasto uniforme al ciclo di alimentazione è la prima garanzia per un prodotto costante e di qualità. Infine, un'applicazione nel settore del rispetto ambientale è rappresentata dal monitoraggio del processo, all'interno o all'esterno dello stabilimento, che rende superfluo il presidio continuativo, fornendo una durevole registrazione e certificazione delle emissioni.

Quindi si intuisce facilmente che la tendenza attuale dell'automazione moderna consiste nel controllare tutta una linea di produzione carta attraverso le stesse visualizzazioni, gli stessi metodi, la stessa operatività, ovvero attraverso un unico sistema.

Tutto questo si è reso possibile anche grazie ai nuovi potenti mezzi a disposizione. Negli anni ottanta la tecnologia dei calcolatori costituiva un limite, ma nel frattempo si sono compiuti enormi passi avanti, che hanno permesso di allargare ai piccoli calcolatori a buon mercato le prestazioni di capacità e velocità una volta tipiche di macchine più costose. Oggi le capacità di calcolo non sono più ostacolo verso l'automazione integrata, per cui si può parlare di applicazione e procedure comuni in tutta la fabbrica, per operatori di macchina, per tecnici cartai, e per la manutenzione. L'importanza di questa integrazione e uniformità è enorme, e risulta assai evidente quando si pensa ai vantaggi ad essa associati:

- stesse procedure operative, comuni per tutta la linea di produzione. I conduttori utilizzano nello stesso modo tutte le apparecchiature, per controllare e comandare la preparazione impasti, la logica della macchina continua, gli azionamenti, la qualità della carta, la documentazione, ecc.
- risposta rapida e corretta a qualunque anomalia di funzionamento. La centralizzazione delle informazioni permette di intervenire con migliore cognizione di causa, e le procedure comuni consentono di farlo con grande rapidità, anche in emergenza. Il discorso vale sia per i conduttori di macchina che per la manutenzione.

- periodi di istruzione più corti. Il nuovo personale può essere formato più facilmente e rapidamente se tutte le procedure si assomigliano.
- costi di manutenzione più contenuti, grazie alle procedure e alle apparecchiature di diagnostica comuni.
- costi limitati di aggiornamento e di modifica dei sistemi, grazie alle procedure comuni, e grazie al fatto che con le stesse attrezzature hardware e software si possono modificare tutte le parti del sistema automatico.

Sistemi che rispondono a queste caratteristiche e che assicurano la più efficiente operatività sono disponibili in vari tipi e marche. Ci sono i prodotti dell'ABB, della VALMET e della "Neles Automation", della HONYWELL-MEASUREX; la stessa BELOID è attiva in questo campo come tutte le più grandi ditte fornitrici di macchinari.

Gli sforzi di queste ditte hanno portato degli sviluppi tecnologici della strumentazione e dei calcolatori di processo, hanno aiutato l'industria cartaria a raggiungere i ricorrenti e richiesti aumenti di capacità produttiva delle macchine continue. L'evoluzione ha portato in cartiera, nei suoi cicli produttivi, una vastità di d'applicazione di strumentazione e automazione, che stanno richiedendo ai tecnici cartai un notevole sforzo d'adeguamento alle realtà tecnologiche utilizzate nella produzione della carta. Le moderne tecnologie hanno permesso di costruire macchine per la produzione della carta, con velocità superiori ai 2000 metri/min.: ciò significa che per ogni minuto sono prodotti dai 30 ai 40 metri di carta e considerando le attuali larghezze di macchina (5-10 metri), corrispondono a centinaia di metri quadri; perciò la necessità di misurare e controllare se è notevolmente espansa, e diventa implicito che ogni aumento di velocità della macchina continua deve essere completato da un ampliamento delle strumentazioni di controllo con investimenti proporzionali all'aumentare della produzione.

Il ciclo completo di una moderna cartiera include i seguenti impianti:

- Trattamento e/o produzione della materia prima
- Centrale per vapore ed energia
- Trattamento delle acque per il processo cartario
- Preparazione dell'impasto
- Macchina continua
- Trasformazioni
- Trattamento degli scarichi

Daremo una rapida descrizione dei singoli processi qui elencati.

### **1.1 TRATTAMENTO E/O PRODUZIONE DELLA MATERIA PRIMA**

La dipendenza dall'estero per l'approvvigionamento della cellulosa (materia prima di scarsa disponibilità in Italia), ha portato l'utilizzo della stessa solo è indispensabile per la tipologia della carta da produrre. L'orientamento delle cartiere è per le fibre riciclate (da macero), nel cui ciclo di rigenerazione sono previsti impianti di: separazione, filtraggio, e disinchiostrazione. Tutti questi impianti richiedono strumentazione anche sofisticata per la misura delle variabili fisiche e analizzatori per verificare lo stato delle fibre, il tutto supervisionato da sistemi di regolazione e controllo, che possono andare dai regolatori a quadro ai DCS.

### **1.2 CENTRALE PER VAPORE ED ENERGIA**

La centrale termica è prevista in ogni cartiera, per la produzione del vapore richiesto dalla seccheria della macchina continua. La distribuzione del gas naturale sta generando una proliferazione d'impianti di cogenerazione. Questi impianti oltre alla caldaia dispongono di un turbo generatore, che congiuntamente producono vapore, energia elettrica e acqua calda, tutto o in parte utilizzato dalla cartiera. Per le condizioni operative ottimali dell'impianto di cogenerazione, l'energia elettrica può essere in sovrapproduzione e può essere venduta ad altri utilizzatori o all'ente elettrico locale.

Questa tipologia d'impianti implica l'utilizzo di misure di portata gas, trasmettitori tipici di caldaia per pressione, livello e portate, analisi chimica delle acque per generazione vapore. Infine, può essere controllato con strumentazione locale

a microprocessore, con PLC e con unità periferiche collegate a DCS, ma sempre con le opportune protezioni di backup.

### **1.3 TRATTAMENTO DELLA ACQUE PER IL PROCESSO CARTARIO**

Le acque utilizzate nella preparazione dell'impasto cartario devono essere depurate in relazione alla tipologia di carta da produrre. Una carta fine da stampa non deve contenere impurità, che possono rimanere nella carta prodotta, formando difetti superficiali inaccettabili dallo stampatore, carte per imballo o cartoni possono invece utilizzare anche acque con filtrazione poco spinta.

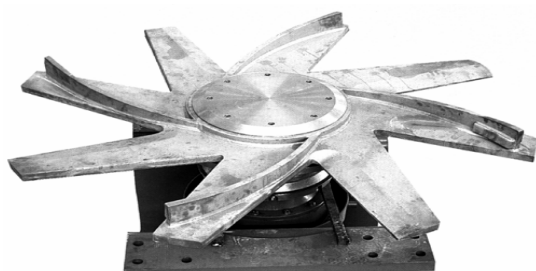
L'impianto di depurazione delle acque, può essere un semplice filtro a rete se la presa d'acqua è un fiume o canale pulito; più complesso se l'acqua è prelevata da fonti con impurità. In questi casi occorre impianti di filtraggio in cascata autopulenti, con vasche di decantazione e trattamenti chimici per eliminazioni di sostanze inquinanti sia organiche che inorganiche. Le normative ambientaliste, diventano sempre più restrittive, sia per il prelevamento delle acque con i relativi costi e tasse, sia per gli scarichi dove sono richiesti impianti di trattamento anche a tecnologia spinta per evitare qualsiasi inquinamento ambientale. Per questa ragione molte cartiere si stanno orientando per impianti delle acque a ciclo chiuso, con recupero delle acque delle tele di formazione alla parte umida della macchina continua, con impianti di separazione, filtrazione e decolorazione, per il riutilizzo nelle tinte di preparazione impasto.

La strumentazione coinvolta in questi impianti va dai trasmettitori di portata, alle misure di pressione differenziale per i filtri, livelli pressioni, fino alle misure dei parametri chimici delle acque. Il tutto gestito da regolatori elettronici, PLC o unità del DCS.

### **1.4 PREPARAZIONE DELL'IMPASTO**

Il blending è diventato di primaria importanza nel ciclo cartario, sia per le masse da movimentare (una macchina continua da 60.000 tonnellate/anno, richiede circa 10 tonnellate/ora di impasto), sia per i cambi di produzione; in alcune tipologie di carte i cambi possono essere fino a 5/6 il giorno (solo pochi anni fa le macchine continue erano impostate per produzioni settimanale). L'impasto cartario, oltre le fibre di cellulosa, contiene cariche organiche e inorganiche, additivi e colori; il tutto viene miscelato nelle tinte, generalmente con dosaggio in batch.

Al fine di ridurre il numero delle tine vi è l'orientamento della miscelazione in continuo e in linea, facendo arrivare, nelle percentuali impostate, tutti i componenti dell'impasto nella tina finale, se non addirittura nella tina di macchina. L'impianto di preparazione impasti può essere anche complesso in relazione al numero di componenti della miscela. La velocità di dosaggio viene pilotata dal livello della tina, e le linee dei componenti dotate di pompa, misuratore di portata, valvola di regolazione pilotata dal regolatore di rapporto; per le piccole portate dove è difficile la misura, la linea è controllata da una pompa dosatrice, pilotata dal valore totale della portata pasta. La disponibilità consente di memorizzare le varie miscele e di regolare le portate dei componenti, con segnalazione in tempo reale di qualsiasi sbilanciamento dalla miscelazione impostata. Un sistema di regolazione "in line-blending" con regolatori di rapporto a tecnica digitale, può realizzare la miscelazione con la tipologia di pochi codici prodotto.



### **1.5 MACCHINA CONTINUA**

I sistemi indipendenti per le misurazioni e le regolazioni della carta nella macchina continua sono:

- azionamenti: tutte le regolazioni che coinvolgono i motori delle parti rotanti della macchina, pilotate della velocità di produzione impostata, e con la dinamica dei tiri per l'allungamento della carta da testa macchina all'avvolgitore.
- cappe: vengono coinvolte le misure e le regolazioni per l'aspirazione o il soffiaggio d'aria calda, con sistemi di recupero calore, regolazione della velocità dei ventilatori, controllo delle temperature e pilotaggio nella manovra di spostamento/apertura delle cappe stesse.
- cassa d'afflusso e tele: pur evidenziando la necessità di essere pilotate dal valore della produzione, le misure e regolazioni tengono conto della consistenza e portata

pasta con pompa e valvola di portata pasta (valvola ad alta range ability e per fluidi con solidi in sospensione), del sistema di regolazione in cascata del getto tela che è realizzato alla pressione e livello della cassa d'afflusso con la velocità della tela.

## **1.6 TRASFORMAZIONI**

Classifichiamo in questo ciclo, quelle operazioni fuori macchina quali: la patinatura e la calandratura della carta, oltre alla ribobinatura e al taglio con dispositivi per la rivelazione-selezione della qualità della carta prodotta. Le patinatrici realizzano il trattamento superficiale della carta con la spalmatura di patina; possono essere per un solo lato o per entrambi; la stazione di spalmatura patina è seguita da una o più unità di seccheria, regolata in base ai valori d'umidità richiesti. Le moderne patinatrici includendo l'impianto cucina patina, possono essere molto complesse, richiedendo un buon numero di misure e di regolazioni e in molti casi con gestione globale da un DCS medio-piccolo. Le calandre trattano superficialmente la carta per aumentare il grado di liscio o lucido in base al tipo o all'apporto di patina. Le calandre richiedono la misura d'umidità e spessore sulla carta trattata, inoltre misure e regolazioni per i lubrificanti, per i liquidi richiesti al controllo della bombatura e della pressione dei cilindri che, all'occorrenza, possono essere in numero superiore a dieci. Le regolazioni in una calandra sono tipicamente risolte con trasmettitori elettronici collegati ad un PLC per le logiche di sicurezza, avviamento e l'arresto, oppure con l'utilizzo d'unità periferiche di DCS.

## **1.7 TRATTAMENTO DEGLI SCARICHI**

Quest'impianto è nella cartiera il più critico dal punto di vista ecologico, in quanto ha lo scopo di rimuovere tutte le sostanze inquinanti delle acque di scarico prima di essere rimessa nel ciclo ambientale. L'impianto è composto da vasche per le separazioni primarie e da batterie di filtri per la separazione ed eventuale eliminazione di prodotti inquinanti. Sono richiesti una serie di analizzatori per le misure fisico/chimiche delle acque e unità di controllo per il riciclo delle acque nelle sezioni di depurazione, nel caso in cui le impurità siano oltre i limiti di legge. Sono previsti controllo per le valvole e pompe, con programmi per i cicli di depurazione in base alla tipologia delle acque in relazione al tipo di produzione cartaria. Una particolare attenzione alle acque di scarico deve essere fatta per controllare se vi siano coloranti nella lavorazione della carta.



*Misure "On-line"*

## 2. STORIA DELLE MISURAZIONI

All'inizio del 1950 si incomincia a ricercare e applicare sperimentalmente le probità neucloniche allo scopo di rendere possibile un'analisi in linea della carta in produzione. Queste ricerche vennero fatte inizialmente dall'Università della Columbia e riguardavano la possibilità di avere in tempo reale lo stato della grammatura e dell'umidità del foglio.

Nel 1950 venne costruito e montato il primo sistema di misurazione on-line, questo è stato avviato nella cartiera di "John A. Manning Paper Company"



Negli anni successivi e in modo particolare negli anni 60-70, c'è stato una verra e propria espansione nella ricerca e sviluppo di questi sistemi da parte di molte ditte che tutt'oggi sono i leader del settore.

Nel 1961 si introducono sistemi di controllo innovativi basati sul principio di funzionamento dei sistemi ad aria e pneumatici. Ma la vera svolta arriva, dopo tante proposte mal concepite, forse anche perché troppo esonerose come sborso economico, nel 1970 arriva il primo vero sistema di controllo e gestione di un processo di produzione. Questo è il sistema dell'ABB ULMA 1.

Nel 1973 si incomincino ad utilizzare nuovi tipi di sensori basati sul principio di funzionamenti della tecnologia ottica e infrarossa. Questi ultimi sono tutt'oggi il principio di funzionamento dei sensori che rivelano, nei vari punti del processo di produzione del supporto cartaceo, il valore dell'umidità.

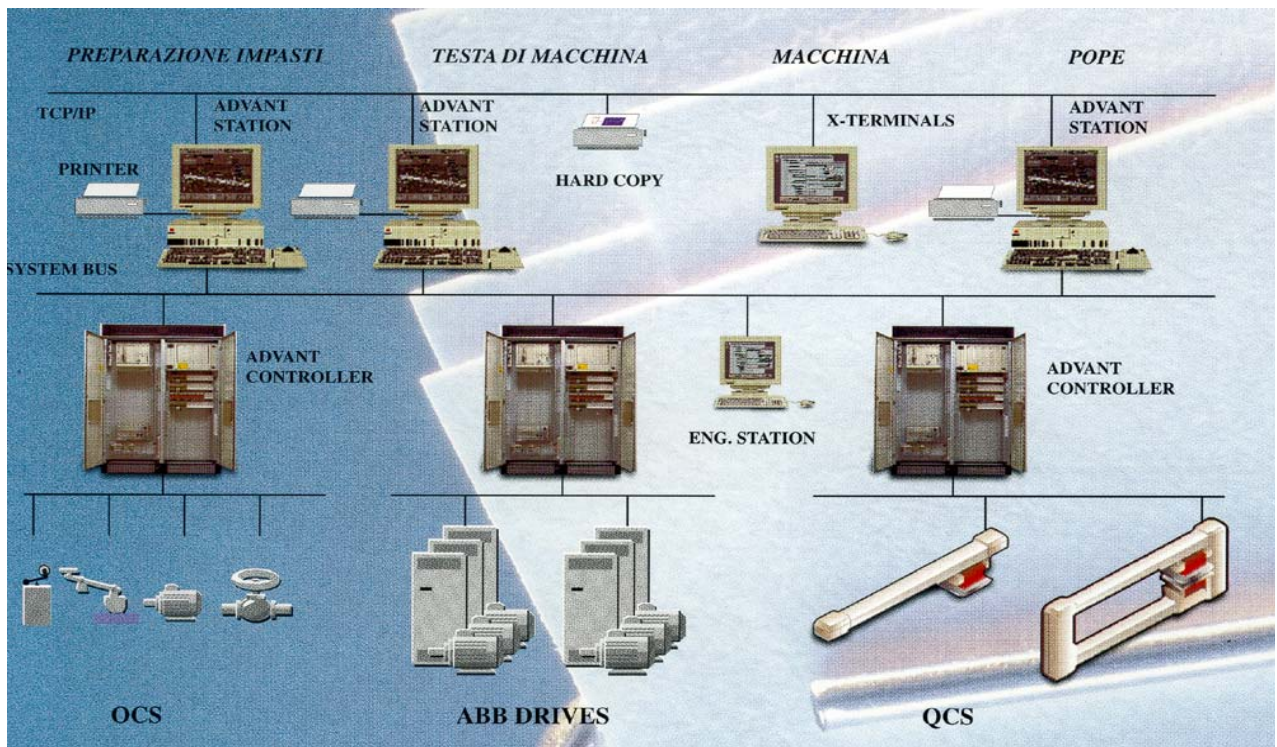
Nel 1975 si incominciano ad sperimentare, con esito positivo, con l'utilizzo del principio nucleonico, la misurazione della percentuale di cenere presente in un supporto in produzione. Questo è stato una delle nuove applicazioni che più hanno

avuto successo ed sono stati poi esportati nel controllo di patinatura con l'identico tipo di funzionamento fino nei giorni nostri.

Poi successivamente si è avuto, da parte di tutte le più grandi ditte, un miglioramento generale nella qualità dei controlli per arrivare nel 1977 dove ci fu un ulteriore passo dei controlli on-line, con l'introduzione di un sistema automatico del controllo sul profilo trasversale della macchina continua.

Questo, con il continuo aumentare delle velocità di produzione, è stato un punto innovativo e fondamentale per l'evoluzione della produzione della carta. Ma negli anni successivi (1980-85) questi parametri non sono risultati più sufficienti ed hanno costretto ad introdurre, anche sperimentando in certi casi, il controllo dello slice e introducendo tecnologie motoristiche automatizzate come il "Linear Stepper Slice Actuator".

Nel 1986 venne messo in commercio il primo sensore capace di rilevare on-line il colore.



Nel 1991 si ha una grande rivoluzione come concezione di sistemi di controllo di processo integrato in linea. Viene installato il primo QCS (Quality Control System) e il primo DCS (Distributed Control System). Questa innovazione ha contribuito all'aumento di produzione migliorando la quantità e qualità, avendo un prodotto con le stesse caratteristiche qualitative nel tempo.

Naturalmente i continui progressi e miglioramenti non sono solo dovuti alle tecnologie che riguardano i controlli, ma a tutti i campi che sono legati al mondo della produzione cartaria e che si sono impegnati, con cospicui investimenti nella ricerca, per poter contribuire ad un costante miglioramento del processo produttivo. Questo ha favorito, col passare degli anni, una innovazione nelle tecnologie impiegate che ha portato nel 1997 alla prima piattaforma di rilevamento on-line, capace di fornire la lettura continua del foglio in produzione.

Tutto ciò oggi ancora non rappresenta una realtà ben definita visto che questo processo di controllo riesce solo ad avere in tempo reale la grammatura e l'umidità sia MD che CD. In pratica il sistema di Full Sheet Imaging, per dare un'uscita costante dello stato del foglio, si basa su un complicato algoritmo matematico, di proiezione (Tecniche di misura Calman usato dalla NASA) che permette una simulazione del foglio in produzione.

### 3. MISURE DELLA CARTA

Le misure dei parametri della carta sulla macchina continua utilizzano diversi principi fisici di rilevamento.

<b>PRINCIPIO</b>	<b>MISURE</b>
<b>NUCLEONICO</b>	Grammatura, spessore, contenuto ceneri e patinatura
<b>INFRAROSSO</b>	Umidità, spessore, patinatura, temperatura, larghezza foglio e planarità
<b>MICROONDE</b>	Umidità
<b>OTTICO</b>	Colore, grado di bianco, formazione, opacità, liscio, lucido, dimensioni, planarità, difetti e spessore
<b>ULTRAVIOLETTO</b>	Grado di bianco fluorescente
<b>RADIOFREQUENZA</b>	Umidità
<b>ULTRASUONI</b>	Resistenza della carta
<b>ELETTROMECCANICI</b>	Spessore, porosità, densità bobina e profilo

I sensori di misura composti da elemento trasmittente e ricevente sono montati in un ponte di misura, questo dispone di un doppio carrello portasensori il quale si muove trasversalmente al foglio da bordo a bordo. Ogni sensore con la sua elettronica invia al calcolatore una serie di segnali che, codificati, formano il profilo della misura per tutta la larghezza del foglio, con aggiornamenti in tempo reale per ogni spostamento dei sensori sul foglio. Tecniche recenti hanno consentito di sviluppare per alcune misure, un sistema di misurazione che controlla tutta la larghezza del foglio, eliminando tutti i meccanismi dei sensori in scansione. Per alcune misure, o tipi di produzione sono ancora in uso sensori a punto fisso, con un ponte a "C" o con una semplice trave che supporta il sensore monoblocco. Questo tipo di misura può essere interpretato solo indicativamente, in quando il valore misurato è riferito solo a quel punto, e non è rappresentativo su tutta la larghezza del foglio. Per importanza, le

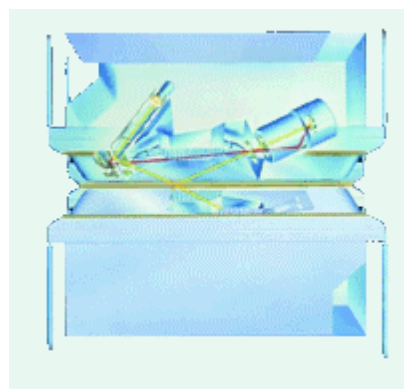
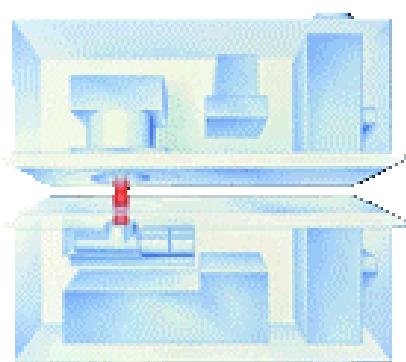
misure in macchina continua sulla carta sono quelle che più identificano la tipologia primaria della stessa. Per il cartaiolo le regolazioni automatiche sulla macchina continua, conseguenti alla disponibilità delle misure, possono rappresentare oltre a una produzione di qualità affidabile, dei notevoli risparmi sia delle materie prime, che energetici.

### 3.1 GRAMMATURA

Per la grammatura viene misurata la densità apparente della carta espressa per peso su area; l'unità utilizzata è il grammo per metro quadrato, con campi che vanno dai 12-15 gr/m<sup>2</sup> delle veline e carte igieniche (tissue) ai 3000-4000 gr/m<sup>2</sup> per cartoni. La misura è fatta all'avvolgitore e la regolazione direttamente sulla valvola del dosaggio pasta, con pilotaggio dei parametri della cassa d'afflusso o dei cilindri formatori. La regolazione della grammatura, oltre all'omogeneità del foglio, consente di dosare la materia prima nel corretto valore, evitando sprechi.

### 3.2 UMIDITÀ

Per l'umidità viene misurato il contenuto dell'acqua nella carta, l'unità utilizzata è la percentuale sul totale, con campi che vanno dal 4 al 10%, in relazione all'utilizzo, al ciclo di trasformazione e all'eventuale stoccaggio. La misura è effettuata alla base dell'avvolgitore e per alcune macchine continue a meta secceria (size-press) e/o all'ingresso della secceria o di altri organi operativi per l'asciugamento della carta. L'umidità della carta è un parametro rilevante nella qualità della stampa e nella trasformazione delle carte (taglio, piegatura, accoppiamento e riporti di altre sostanze). Carte con basso valore di umidità significano anche uno spreco di energia per l'asciugamento.



### **3.3 GRAMMATURA A SECCO**

La disponibilità delle misure di grammatura e umidità consente di elaborare il valore della grammatura a secco e di presentare il profilo. L'elaborazione consiste nel sottrarre alla grammatura totale il contenuto dell'acqua, il valore ottenuto può regolare la consistenza dell'impasto, e analizzare con il profilo la distribuzione della sospensione nella tela di formazione.

### **3.4 SPESSORE**

Per lo spessore viene misurata la distanza tra due superfici del foglio, l'unità utilizzata è il micron, con campi che vanno dai 20-40 micron delle fini (bibbia, sigarette ecc.) ai 4000-5000 micron per i cartoni. La misura è fatta all'avvolgitore, e la regolazione consiste nel variare la pressione di schiacciamento della liscia oppure nel dosare gli additivi per il gonfiamento o la riduzione della massa. Lo spessore controllato nella carta è particolarmente richiesto nella stampa, o negli utilizzi in fascicoli, dove valori diversi in molti fogli possono comportare variazioni consistenti della dimensione totale, con difficoltà per la manipolazione nelle macchine automatiche di confezionamento e allestimento.

### **3.5 CONTENUTO DI CENERI**

Viene misurato il contenuto delle cariche (caolino, carbonato e biossido di titanio) nella carta. L'unità di misura utilizzata è la percentuale nella grammatura totale, con campi di utilizzo dal 2 al 3%. La misura è effettuata all'avvolgitore, e la regolazione primaria consiste nel variare la percentuale delle cariche nell'impasto prima della formazione del foglio, con azionamento delle pompe dosatrici. La regolazione fine con dosaggio di additivi prima della cassa d'afflusso.

### **3.6 FORMAZIONE**

Viene misurata la struttura del foglio per la differente disposizione delle fibre. L'unità utilizzata è la percentuale (oppure il Rods) con campi di utilizzo da 0 a 100%. La misura è effettuata all'avvolgitore e al momento non sono previste regolazioni automatiche con interventi sulle unità di testa macchina.

### **3.7 OPACITÀ**

Per l'opacità viene misurato il grado di trasparenza della carta, ovvero la capacità di nascondere quanto posto dall'altra parete del foglio. L'unità utilizzata è la

percentuale con campi di utilizzo da 50 a 100%. La misura è effettuata all'avvolgitore, e la regolazione consiste nel variare la composizione dell'impasto con l'aggiunta di additivi atti a aumentarne l'opacità, tipicamente con azionamento di pompe dosatrici.

### **3.8 GRADO DI BRILLANTEZZA**

Per il grado di brillantezza vengono misurati il grado di bianco della carta, basata sulla capacità della superficie di riflettere la luce. L'unità utilizzata è la percentuale tra gli estremi bianco e nero, con campi di utilizzo da 30 a 100%. La misura è effettuata all'avvolgitore, e la regolazione consiste nel variare la composizione dell'impasto con l'aggiunta di additivi atti a aumentare il grado di bianco.

### **3.9 LISCIO**

Viene misurato il grado di liscatura del foglio. L'unità utilizzata è la percentuale del liscio con campi di misura da 10 a 100% (o unità).

La misura è fatta all'avvolgitore oppure dopo la liscia o calandra, la regolazione consiste nel variare la pressione dei rulli o di pilotare le unità per l'additivazione dei prodotti di trattamento superficiale.

### **3.10 COLORE**

Viene misurato il grado di riflessione luminosa delle diverse lunghezze d'onda di luce proiettata sulla superficie del foglio. L'unità di misura è composta da vari parametri, la fondamentale è quella rappresentata dalle coordinate tricromatiche X, Y e Z in base alla composizione spettrale definita dall'organismo internazionale CIE. La misura è effettuata all'avvolgitore della macchina continua e la regolazione consiste nel pilotaggio delle pompe dosatrici dei coloranti, che vanno a modificare la composizione dell'impasto o dei bagni colore a metà macchina.

### **3.11 TEMPERATURA**

Per la temperatura si misura il valore di temperatura del foglio. L'unità è il grado centigrado ed è fatta all'avvolgitore o in parti della macchina continua, dove un'alta temperatura può danneggiare la carta o parti della macchina continua. La regolazione consiste nel variare l'intensità calorica delle apparecchiature di asciugamento.

### **3.12 DIMENSIONE**

Viene misurata la larghezza della carta prodotta. L'unità è il millimetro ed è fatta all'avvolgitore, consentendo con i valori di grammatura e velocità di realizzare il calcolo della produzione in tempo reale. La regolazione è fatta manualmente in testa macchina con il posizionamento degli ugelli di taglia foglio.

### **3.13 DIFETTI**

misura delle dimensioni dei difetti, quali: fori, macchie e strisce, con conteggio degli stessi per ogni bobina. L'unità utilizzata è il millimetro e la misura è effettuata all'avvolgitore della macchina continua, alla ribobinatrice o alla taglierina. Le regolazioni possono essere: con cernitrice automatica sulla taglierina, con l'arresto della ribobinatrice nella zona con difetto. Sulla macchina continua l'operatore dispone di informazioni a video per l'analisi della sorgente dei difetti, elaborate con evidenziazione della ripetitività e della localizzazione degli stessi sul foglio. Le apparecchiature destinate alla rivelazione difetti, ora vengono anche identificate come "Quality Analyzer".

## 4. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

### 4.1 ULTRASUONI

Le onde sonore sono onde meccaniche longitudinali che possono propagarsi nei solidi, nei liquidi e nei gas. Il termine longitudinale si riferisce al fatto che la direzione delle oscillazioni coincide con quella di propagazione dell'onda (mentre invece nel caso di una corda vibrante, come quella di una chitarra, le oscillazioni avvengono in direzione perpendicolare a quella di propagazione, nel qual caso si parla di onde trasversali).

Vi è un vasto campo di frequenze in cui possono essere generate onde meccaniche longitudinali; però il cervello e l'orecchio umano sono in grado di essere stimolati da esse solo se la loro frequenza è compresa fra i 20 e i 20.000 Hz (campo di udibilità). Un'onda meccanica longitudinale con frequenza inferiore al campo di udibilità è chiamata infrasuono, mentre una di frequenza maggiore è detta ultrasuono. Le onde sismiche sono un esempio di sorgenti di infrasuoni mentre gli ultrasuoni possono essere prodotti dalle vibrazioni elastiche di un cristallo di quarzo, indotte per risonanza da un campo elettrico alternato (effetto piezoelettrico).

Le sorgenti di onde sonore (udibili e non) provocano nel mezzo in cui agiscono, una serie di compressioni e rarefazioni che, grazie alle proprietà elastiche del mezzo, sono in grado di propagarsi all'interno dello stesso. Si può dimostrare che la velocità  $V$  di propagazione di un'onda sonora in un solido elastico è data dalla formula dove  $E$  e  $d$  sono rispettivamente il modulo di Young e la densità del materiale di cui è

$$V = K \sqrt{\frac{E}{d}}$$

composto il solido, mentre  $K$  è un coefficiente, caratteristico del materiale, che per la carta vale circa 1; si può osservare come tale velocità sia determinata sia dalle proprietà elastiche ( $E$ ) che da quelle inerziali ( $d$ ) del corpo.

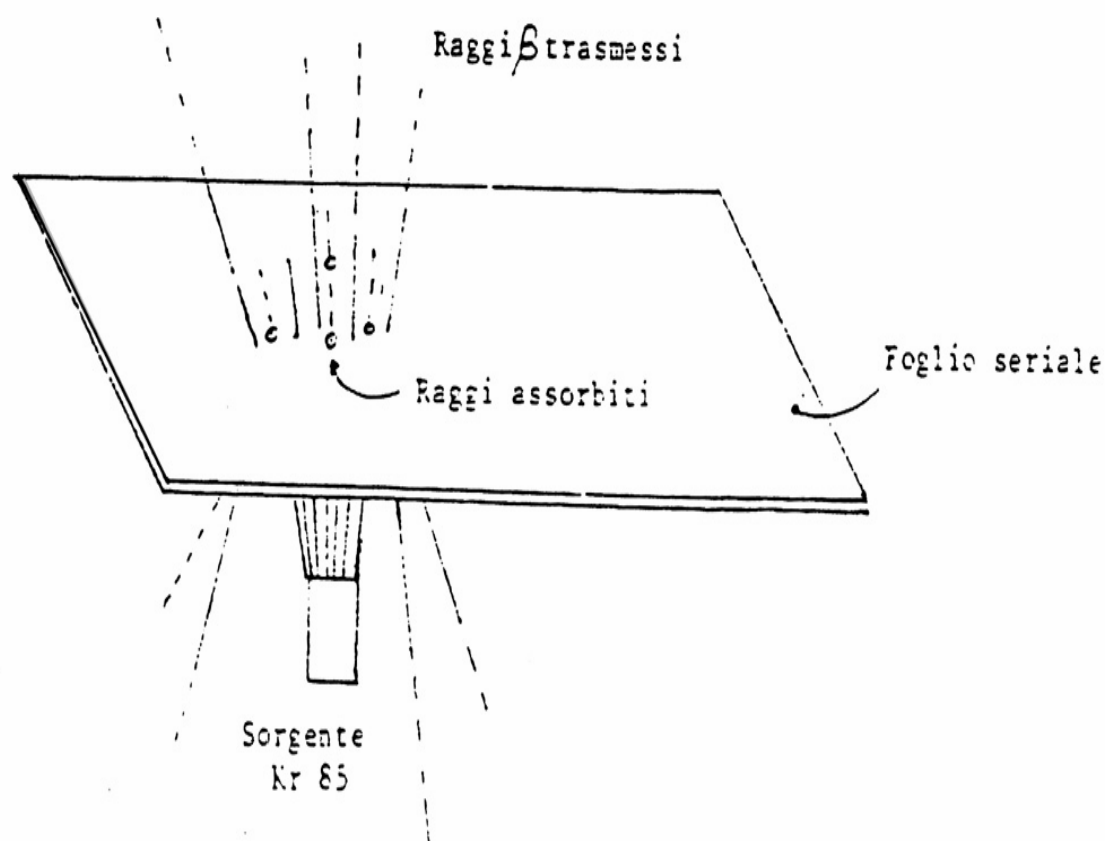
Le onde sonore prodotte da una sorgente, si propagano attraverso un foglio di carta lungo tutte le direzioni giacenti sul piano dello stesso, in maniera analoga alle onde che si generano in uno specchio d'acqua quando in esso viene gettato un sasso; come abbiamo visto in precedenza, se la carta fosse un materiale isotropo, il suo modulo di Young, e quindi la velocità di propagazione del suono al suo interno, sarebbero indipendenti dalla direzione per cui i fronti d'onda assumerebbero la forma di circonferenze di raggio crescente con il tempo; in realtà, in genere la carta possiede

proprietà direzionali per cui, in base a quanto detto nel paragrafo precedente, si può affermare che esiste una direzione lungo la quale la velocità di propagazione è massima, mentre lungo la direzione perpendicolare a questa, tale velocità risulta minima: la forma che assumono i fronti d'onda ad un certo istante diviene allora, all'incirca, quella di un'ellisse, i cui semiassi crescono con il tempo, mantenendo però costante il loro rapporto, pari a quello fra la velocità di propagazione massima e quella minima.

## 4.2 NUCLEONICO

Per cercare di spiegare il funzionamento del principio nucleonico si utilizzerà degli esempi come spiegazioni del funzionamento del sensore di grammatura.

Questa, come esprime lo stesso termine, misura la grammatura del foglio in produzione. Per fare ciò utilizza una fonte di raggi  $\beta$ , questa è ricavata da una sorgente di KRYPTON 85.



I raggi  $\beta$  sono elettroni ad elevata velocità che vengono emessi da una sorgente radioattiva. I raggi  $\beta$  sono dunque un flusso di elettroni aventi carica negativa. Quando questi elettroni vengono in collisione con dei materiali, una parte di essi viene assorbita, una parte riflessa ed una parte riesce ad attraversare il foglio senza problemi. Perciò la grammatura si determina in base alla quantità di raggi  $\beta$  che riesce ad oltrepassare la carta o più in generale il materiale e che viene ricevuta dal ricevitore. Infatti il sensore è composto da una sorgente posta nella testata inferiore e da un ricevitore nella testata superiore.

La sorgente a raggi  $\beta$  è collocata all'interno di un contenitore di tungsteno che ha la funzione di schermo protettivo per le radiazioni. All'interno di questo contenitore vi è una cavità dove è appunto sistemata la sorgente. Una piccola apertura permette l'uscita dei raggi beta in una stretta fascia diretta verso il ricevitore. Uno spesso otturatore di tungsteno blocca l'apertura, quando questo è chiuso impedisce la fuoriuscita dei raggi beta. L'otturatore viene aperto attraverso un comando al solenoide dello SHUTTER da parte del calcolatore. Quando manca il comando al solenoide lo shutter viene chiuso automaticamente da una robusta molla.

Sopra il contenitore è sistemato un FLAG di MYLAR oppure di materiale plastico. Il FLAG viene inserito sopra l'apertura della sorgente per mezzo di un comando del calcolatore al solenoide del FLAG. Il FLAG viene utilizzato come riferimento per correggere le letture di grammatura che può variare col deposito di sporco sulle finestre del sensore. Viene anche utilizzato per la verifica della stabilità del sensore.

Il ricevitore comprende sia il "detector" che le schede conesse. Il ricevitore ha un'apertura direttamente sopra quella della sorgente che permette ai raggi beta di entrare nella camera di ionizzazione contenuta appunto nel ricevitore. All'interno della camera di ionizzazione vi è un gas inerte (argon oppure xenon) sotto pressione (da 1 a 7 atmosfere). L'involucro esterno della camera viene portato a  $-350V$  mentre l'anodo centrale è isolato dalla camera e collegato a massa. Quando una particella beta entra nella camera e determina la ionizzazione, la risultante carica negativa viene raccolta dall'elettrodo centrale.

La corrente risultante è quindi proporzionale al numero ed alla energia dei raggi beta che entrano nella camera di ionizzazione.

Questa corrente molto bassa, sull'ordine dei nanoampers deve essere amplificata. Sopra il ricevitore è montato perciò il "DEDECTOR AMPLIFIER" che ha la funzione di amplificare questo segnale fornendo in uscita una tensione variabile da 0 a 8 volt. Questo amplificatore monta una resistenza di 1000 Megaohm: è necessario prestare la massima attenzione a tale resistenza in quanto la semplice sporcizia delle dita può simulare una resistenza in parallelo ed alterare quindi tutti i valori.

La scheda HIGH VOLTAGE INVERTER (-350V) è posta sulla parte destra in basso del ricevitore e ha la funzione di alimentare come visto l'involucro della camera di ionizzazione.

La scheda POWER SUPPLY/TEMPERATURE SENSOR è situata a destra in alto del ricevitore. Composta da un DC-DC che fornisce +12v e -12v per il DETECTOR AMPLIFIER e per l'HV1 (-350V) PCB. Contiene inoltre il dispositivo per la temperatura.

Un microswitch controlla la chiusura dello shutter comandando l'accensione della lampada verde quando lo shutter è chiuso oppure dalla lampada rossa se è aperto.

La corrente ricevuta dagli ingressi dell'amplificatore è dell'ordine dei 10nA. Questa corrente viene amplificata e convertita in tensione (da 0 a 8V) dal detector amplifier. Il segnale in tensione passa lungo i cavi del power track fino al PCS. Nella PCS il segnale viene mandato su una VFC (Voltage to Frequency Converter). La frequenza di quest'onda è proporzionale alla tensione di ingresso (1V= 4000Hz). L'onda quadra in uscita della VCF entra nella scheda QCTR. Ogni 100 msec un registro di accumulazione conta il numero di impulsi in arrivo. Gli impulsi accumulati dalla QCTR sono letti periodicamente dal calcolatore per ottenere i conteggi che provengono dal sensore di grammatura.

Il numero di impulsi ricevuti dal calcolatore è proporzionale al numero di raggi beta che entrano nella camera di ionizzazione. Questi conteggi verranno usati per il calcolo della grammatura.

I **Background Counts** sono conteggi ricevuti dal calcolatore quando lo shutter di tungsteno è posto sopra l'apertura della sorgente e cioè è chiuso.

I conteggi di background sono dovuti a due diversi effetti:

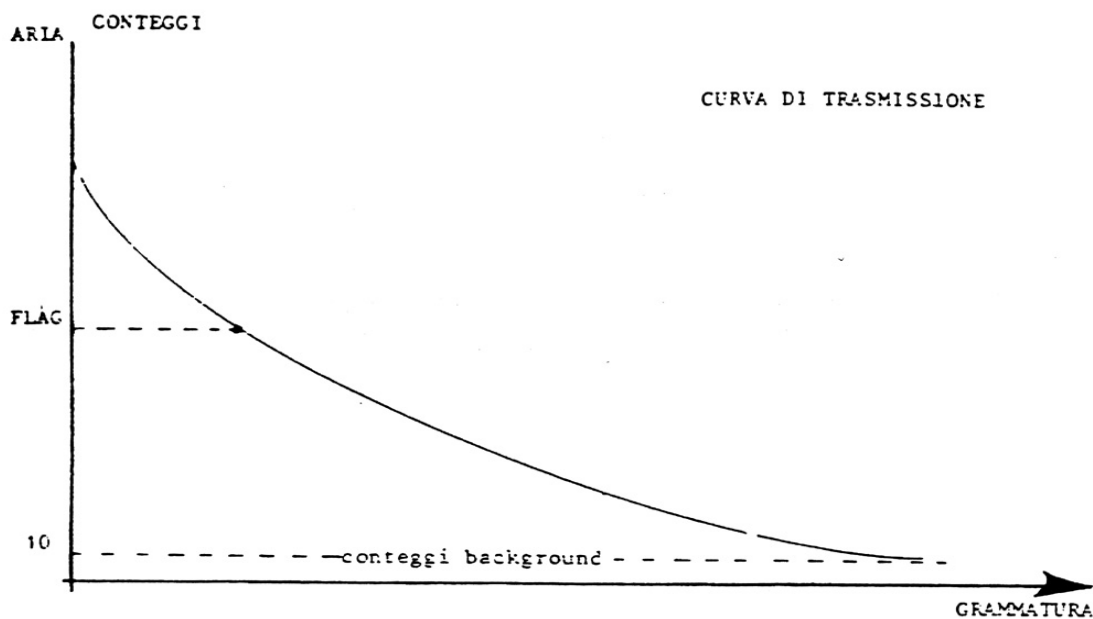
- una piccola quantità di particelle radioattive esiste in tutti i materiali e quindi anche nell'involucro della camera di ionizzazione.
- un offset di circa 15mV è sempre presente all'uscita del DETECTOR AMPLIFIER.

Il valore di background viene conteggiato e memorizzato ogni 8 ore, questo ovviamente con la testa fuori dal foglio

Gli **Air Counts** li abbiamo quando lo shutter è aperto ed il fascio di raggi beta non attraversa alcun materiale il calcolatore riceve AIR COUNTS. Gli impulsi ricevuti come AIR COUNTS dipendono dalla temperatura, dalla pulizia dell'aria e dal guadagno dell'amplificatore.

I **Sample Counts** quando un materiale è posto tra la sorgente ed il ricevitore, il calcolatore riceve SAMPLE COUNTS. Diversi raggi beta vengono assorbiti o dispersi dal materiale interposto o dall'aria. I SAMPLE COUNTS sono ovviamente sempre minori degli AIR COUNTS.

Il **Flag Counts** ha un peso costante. Quando viene inserito nel percorso dei raggi beta, il calcolatore riceve i Flag Counts. Quando sulle finestre del sensore si accumula sporcizia, essa impedisce il passaggio di taluni raggi beta come qualsiasi altro materiale. Pertanto in queste condizioni anche i Flag Counts cambieranno. Il Flag viene pertanto usato come riferimento standard sia per il controllo della stabilità del sensore sia per determinare la correzione necessaria dovuta all'accumulo di sporcizia. Il grafico illustra la relazione esistente tra i conteggi ricevuti dal calcolatore e l'entità del materiale che viene interposto tra sorgente e ricevitore. La curva di trasmissione (pagina seguente) fa vedere come i conteggi diminuiscono con l'aumentare della massa interposta.



La misura dei Sample Counts viene effettuata automaticamente dal calcolatore a diversi intervalli (o slices) mentre le teste scandagliano il foglio di carta. I conteggi di Sample si possono ottenere anche manualmente premendo il pulsante Sample situato sia sullo scanner che sulla stazione di operatore dopo aver opportunamente selezionato il tipo di sensore per il quale si richiedono i conteggi sul quadro video di calibrazione.

#### 4.3 STANDARDIZZAZIONE

Il processo di produzione della carta genera sempre sporcizia e fibre di carta che si depositano sull'impianto. Queste particelle, depositandosi sulle finestre del sensore, possono determinare errori di lettura se non si interviene opportunamente con delle correzioni. Per questo motivo un flag di mylar viene usato come riferimento per determinare l'effetto della sporcizia sulle letture. I conteggi di Flag devono quindi essere aggiornati sufficientemente spesso per poter tenere conto della sporcizia che man mano si deposita. Per questo motivo ad intervalli regolari con la testa fuori foglio vengono effettuate le misure di standardizzazione. Durante il processo di standardizzazione vengono dapprima conteggiati gli Air Counts e cioè senza alcun oggetto nel sensore; poi viene inserito il flag di mylar e vengono conteggiati i Flag Counts. Sia gli Air Counts che i Flag Counts sono conteggiati su un tempo di misura di 16 secondi. Questi valori di conteggio misurati vengono immagazzinati nella memoria

del calcolatore e vengono usati nel calcolo del peso e viene quindi inclusa la correzione che tiene conto delle contaminazioni della sporcizia.

#### **4.4 SOFTWARE PER IL CALCOLO DELLA GRAMMATURA**

Il sensore di grammatura e l'hardware ad esso connesso, attraverso conteggi del calcolatore, forniscono informazioni proporzionali al numero di raggi beta ricevuti dal ricevitore. I programmi software nel calcolatore devono calcolare la grammatura in base a queste informazioni. Il software deve anche effettuare correzioni per le possibili fonti di errore come derive elettroniche o sporcizia che si deposita sul sensore. Vediamo dunque come il calcolatore effettua il calcolo della grammatura in base ai conteggi e come introduce le correzioni che tengono conto delle possibili fonti d'errore.

Per un certo valore di grammatura il numero di conteggi può essere diverso di volta in volta. Questo per quattro motivi:

- cambiamenti in offset del detector amplifier;  
(determinano cambiamenti dei conteggi di background)
- cambiamento del guadagno del detector amplifier;  
(cambia la conversione corrente anodica-tensione)
- cambiamento della temperatura dell'aria tra le due teste;  
(influisce sul numero di raggi beta dispersi)
- accumulo di sporcizia sulle finestre del sensore.

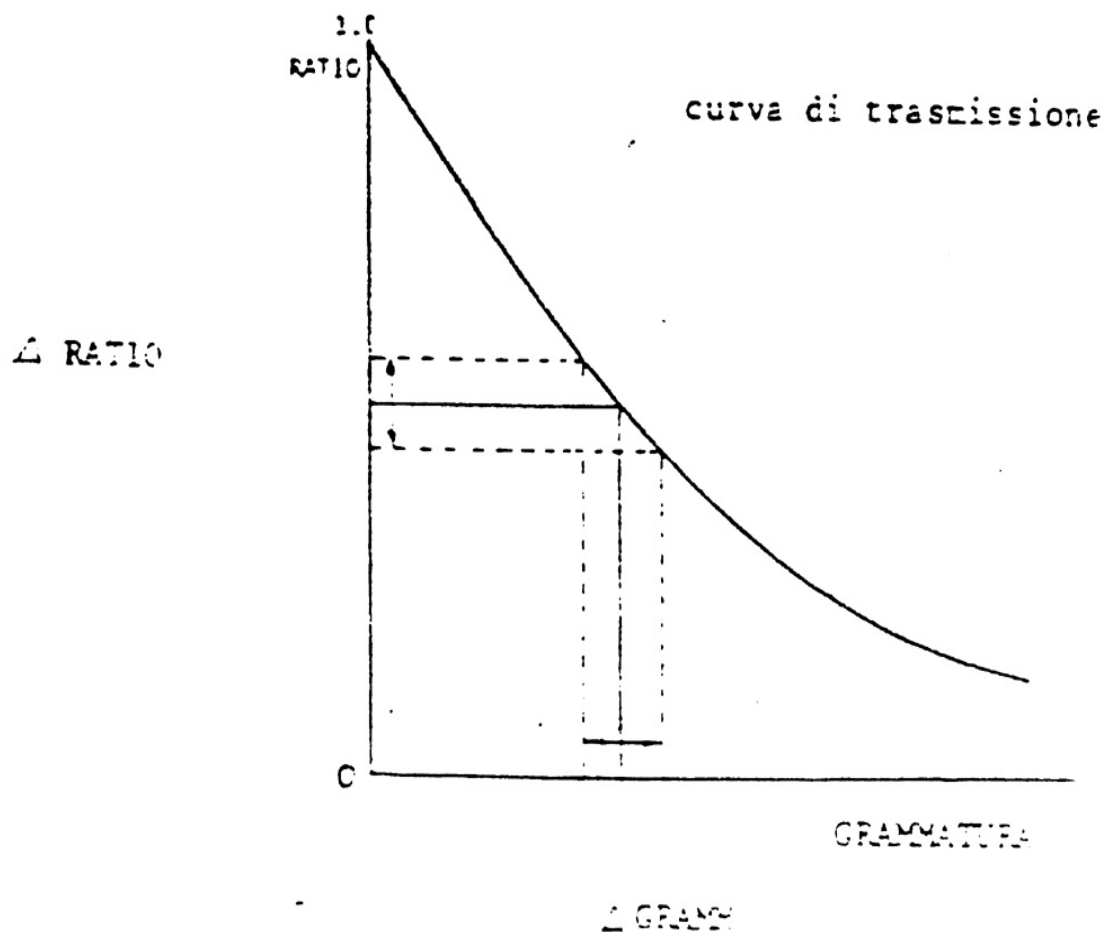
Comunque, ciascuno degli effetti menzionati farà variare sia gli Air Counts che i Sample Counts. Bisogna dunque calcolare il valore della grammatura da qualche altro valore che usi entrambi gli Air Counts ed i Sample Counts in modo tale che il valore totale non vari per gli effetti prima descritti. Questo valore viene chiamato TRANSMISSION RATIO o semplicemente RATIO.

#### 4.5 TRANSMISSION RATIO

Come detto i Sample Counts non possono essere il solo valore che viene usato per il calcolo della grammatura. Possiamo invece usare un valore chiamato Ratio per calcolare il valore della grammatura. Il Ratio è definito come il rapporto tra i conteggi in presenza della carta ed i conteggi in aria. Può essere rappresentato dall'equazione:

$$\text{RATIO} = \frac{\text{SAMPLE COUNTS} - \text{BACKGROUND COUNTS}}{\text{AIR COUNTS} - \text{BACKGROUND COUNTS}}$$

Eventuali cambiamenti in offset o guadagno del detector amplifier influenzano sia gli AIR COUNTS che i SAMPLE COUNTS nella stessa misura ma il loro rapporto rimarrà costante. Usando pertanto il RATIO invece dei conteggi, noi eliminiamo possibili problemi determinati da derive elettroniche. Le correzioni a questo RATIO verranno fatte più avanti dal software per correggere gli effetti della sporcizia o dei cambiamenti della temperatura del gap delle teste. Il RATIO è il valore base usato dal calcolatore nel computo della grammatura. Il massimo valore di RATIO è 1 e cioè quando la grammatura è uguale a zero situazione per cui i SAMPLE COUNTS coincidono con gli AIR COUNTS. Il minimo valore di RATIO è uguale a zero, quando non viene trasmesso alcun raggio beta poiché la grammatura è elevatissima. In questo caso i SAMPLE COUNTS sono uguali ai background counts. Con l'aumentare della grammatura interposta tra i due sensori, i raggi beta ricevuti diminuiscono e quindi i SAMPLE COUNTS diminuiscono. Pertanto aumentando la grammatura diminuisce il RATIO. Possiamo quindi disegnare la relazione tra il RATIO e la grammatura (BW) su un foglio come RATIO TRANSMISSION CURVE.



Notare che la curva si avvicina allo zero soltanto per valori molto elevati di BW. Questa curva mette in relazione il RATIO al BW deve essere calcolata determinando il valore di RATIO con una vasta gamma di campioni di peso diverso. Come si vede nella fig. il RATIO diminuisce con l'aumentare del BW. I campioni misurati non sono pesanti abbastanza da coprire l'intera trasmissione così che la curva non raggiunge il RATIO=0.

#### 4.5.1 FUNZIONE ESPONENZIALE INVERSA

Il **RATIO** ottenuto dal calcolatore in base alla misura del sensore può essere un numero qualsiasi compreso tra 0 e 1 e dipende dal **BW**. I valori di **RATIO** possono essere migliaia. Il software del calcolatore deve essere in grado di determinare il **BW** di ciascun campione. Abbiamo dunque la necessità di avere una funzione matematica che metta in relazione il **RATIO** al **BW** su un'ampia gamma di **BW**. Una funzione può essere derivata dalla teoria degli elettroni dispersi. I risultati mostrano che la curva del **RATIO** assomiglia ad una funzione esponenziale inversa.

$$\mathbf{RATIO} = e^{-\mathbf{MU} \times \mathbf{BW}}$$

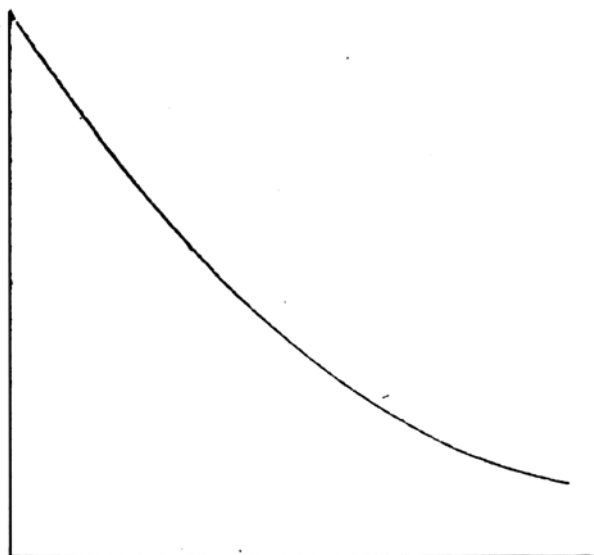
Dove **BW** rappresenta il peso e **MU** chiamato **MASS ABSORPTION COEFFICIENT** (coefficiente di assorbimento della massa). Le misure di **RATIO** e di **BW** mostrano che la curva di trasmissione differisce da questa funzione esponenziale in quanto **MU** non è uguale per tutti i punti. Comunque, piccole sezioni di curva di trasmissione possono essere strettamente approssimate ad una funzione esponenziale inversa. Per ciascuna di queste sezioni di curva verrà usato un valore di **MU** diverso.

#### 4.5.2 CURVA DEL RATIO

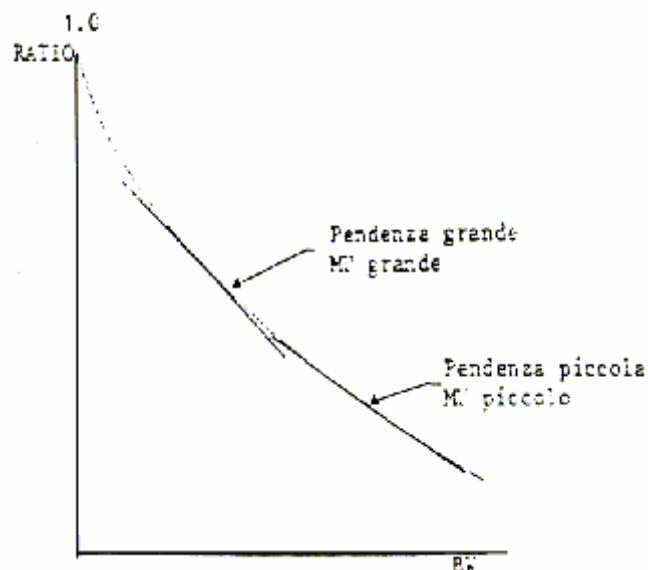
I valori di Ratio e di BW possono essere disegnati su un grafico come curva del Ratio. Valori tipici di Ratio e di BW sono riportati nella tabella che segue.

<b>SAMPLE</b>	<b>RATIO</b>	<b>BW (G/M<sup>2</sup>)</b>
1	0,9008	17,53
2	0,8302	35,17
3	0,7780	52,60
4	0,7324	69,05
5	0,6920	85,65
6	0,6480	102,33
7	0,6295	118,89
8	0,5879	135,41

Riportando questi valori su un grafico si ottiene la seguente curva.



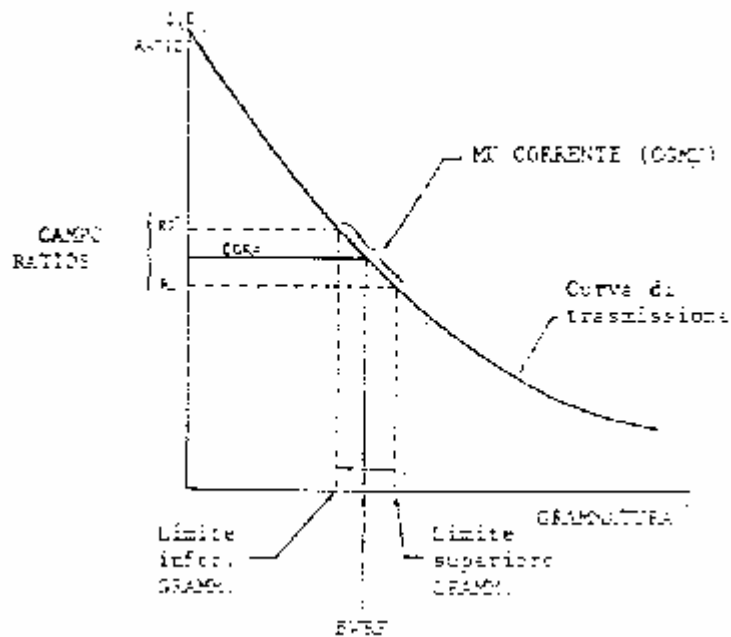
Utilizzando parecchi valori di MU diversi si può spezzettare la curva in tante piccole sezioni che sembri praticamente continua. Il valore di MU rappresenta la pendenza della curva.



Il valore di MU è maggiore nella zona dove la pendenza della curva del Ratio è ampia. Il valore di MU è più piccolo dove la pendenza della curva è minore.

#### 4.5.3 COSTANTI DI CALIBRAZIONE DEI GRADES (TIPI)

Come visto possiamo rappresentare la curva del Ratio da una sequenza di piccole sezioni di una funzione esponenziale inversa con opportuno valore di MU. Queste sezioni sono chiamate GRADES e rappresentano i tipi di carta. Ciascun tipo di carta viene catalogato con un differente valore di BASIS WEIGHT REFERENCE. Tale tipo raggrupperà grammature compresse tra BWRF -5% e BWRF +5%. Per ciascun riferimento di BWRF, il corrispondente Ratio ottenuto dal sensore viene chiamato CURENT GRADE RATIO (CGRA). Per tutte le grammature compresse in quest'arco il Ratio sarà praticamente uguale a CGRA. La funzione esponenziale inversa rappresenta tutti i punti di un certo grade con un solo valore di MU. Questo valore è chiamato CURRENT GRADE MU (GCMU)



Per tutte le grammature di un certo GRADE definite da un certo valore di BWRB, la relazione tra il Ratio e la grammatura BW è correttamente espressa dall'equazione:

$$\text{RATIO} = e^{-\text{CGMU} \times \text{BW}}$$

Ciascun tipo di carta ha un valore diverso di BWRB, CGRA, GCMU. Nel sistema 2001 BASIC il CGMU è calcolato dal software. Questi valori sono chiamati GRADE GROUPED CALIBRATION CONSTANTS. Le costanti di calibrazione sono elencate sul DATA BASE e vengono immagazzinate nella memoria del calcolatore. Esse vengono utilizzate dai programmi software per il calcolo della grammatura per ciascuna misura Ratio.

#### 4.5.4 PROCEDURE DI MISURAZIONE

Le letture per la determinazione del Ratio e quindi della grammatura saranno valide solamente se le misure verranno fatte opportunamente. Molti campioni di carta non sono uniformi lungo il foglio. Questo è dovuto a variazioni nel processo di fabbricazione. Per ottenere dei valori attendibili di grammatura è necessario misurare talune zone di un campione e non un solo punto. Si mette un campione di carta nel paddle e si fa girare il campione sotto il sensore.

Si otterrà la misura del Ratio premendo il pulsante SAMPLE. Fare cinque misure e calcolare il valore medio del Ratio. Dopo che le misure sono state effettuate, tagliare una piccola area del campione (generalmente di 4.5 pollici di diametro) in modo che si possa misurare accuratamente il peso. Cambiamenti del contenuto di umidità della carta tra quando si calcola il peso del campione e quando viene testato dal sensore può causare errori

Per minimizzare i cambiamenti del contenuto d'umidità e quindi gli errori si può procedere in questo modo:

- usare guanti di gomma tutte le volte che i campioni vengono presi in mano;
- assicurandosi di proteggere i campioni dalla sporcizia portarli in prossimità del sensore un'ora prima di effettuare la misura;
- immediatamente dopo aver testato i campioni sotto il sensore inserire ciascun campione in un sacchettino di plastica e sigillarlo ermeticamente;
- portare i campioni in un laboratorio ad umidità controllata per pesarli con una bilancia di precisione;
- pesare dapprima ciascun campione nel suo sacchetto
- togliere il campione e pesare il solo sacchetto. La differenza tra questi due valori ci darà il peso dei campioni;
- determinare il peso reale del campione dividendo il peso del campione per la propria area.

#### 4.5.5 STABILITÀ DEL SENSORE

Per ottenere risultati precisi di Ratio, il sensore e l'elettronica ad esso associata deve essere stabile. La stabilità di un sensore è la misura della sua capacità di ripetere gli stessi valori di misura nel tempo.

Le misure di stabilità devono essere fatte con le finestre del sensore a temperatura costante. Per il controllo della stabilità del sensore si procede nel seguente modo:

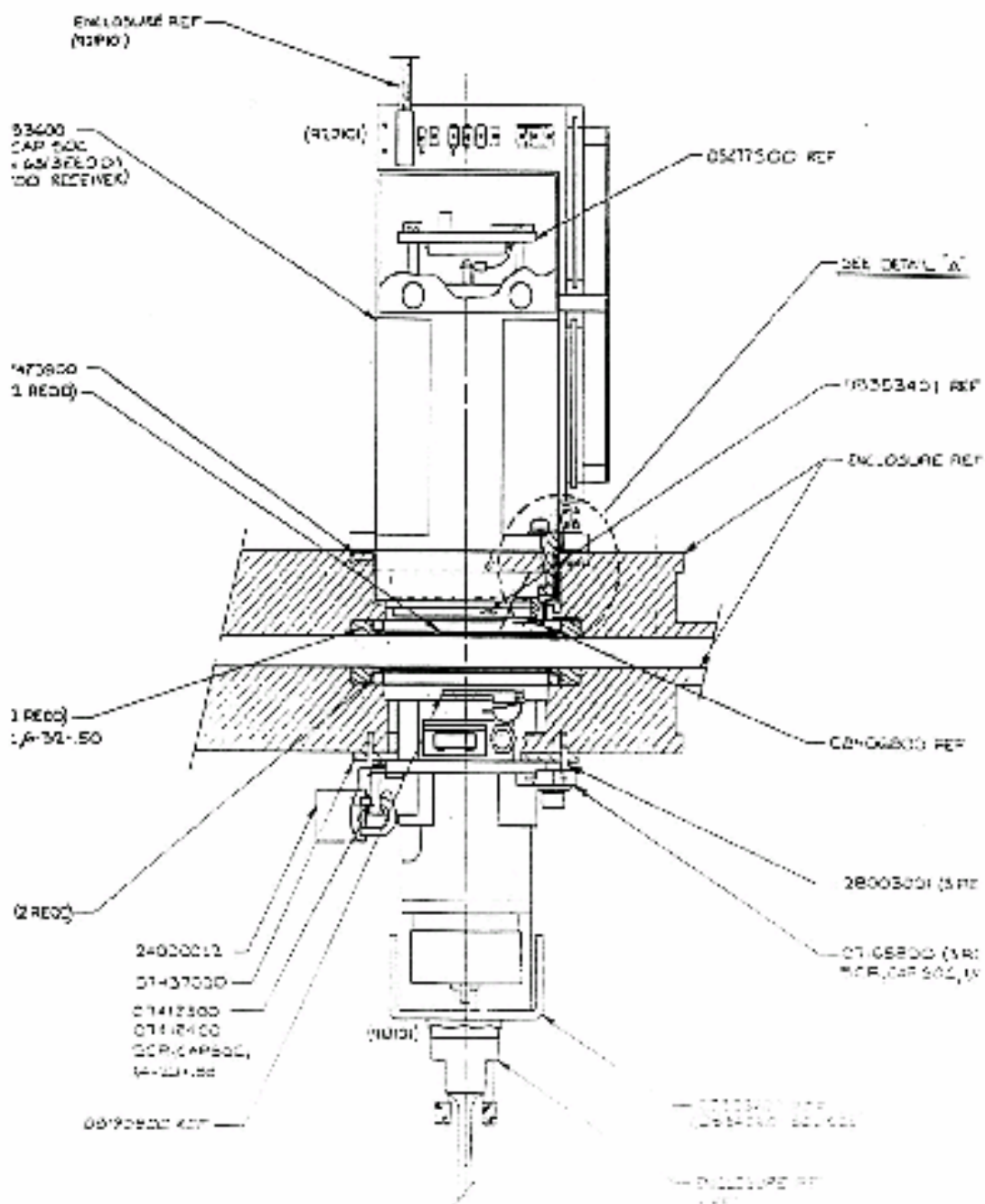
- selezionare il sensore sul quadro di calibrazione. Impostare -1 in modo da fare in background;
- al termine del background impostare 1 predisponendo il sensore ad effettuare i REFERENCE;
- premere trenta volte il pulsante REFERENCE ad intervalli da 1 minuto tra un reference ed il successivo. Per ciascuna misura verranno stampati gli AIR COUNTS ed il FLAG/AIR RATIO.

Alla fine calcolare il valore medio di F/A e la deviazione standard o SIGMA. Questa è la misura di quanto ciascun valore differisce dal valore medio. Per un calcolo approssimativo della deviazione standard di 30 REFERENCE consecutivi si può usare la formula:

$$\text{SIGMA} = \frac{\text{RMAX} - \text{RMIN}}{4.09}$$

Ciascun modello di sensore ha un valore massimo di SIGMA per il Ratio di F/A. Il sensore è stabile solamente se il valore calcolato di SIGMA è inferiore al massimo concesso.

#### 4.5.6 SCHEMA DEL CONTENITORE DEL SENSORE DI GRAMMATURA



## 5. LA RITENZIONE

La “ritenzione” ha un impatto diretto sulla qualità della carta. In caso di ritenzione scadente la distribuzione delle parti fini nella direzione zeta del foglio non è uniforme, il che si manifesta nel fenomeno del doppio viso: v'è una quantità di parti fini molto maggiore sul lato feltro che sul lato tela. Anche se la qualità è accettabile sul lato feltro, può non esserlo sul lato tela. Una bassa ritenzione aumenta la qualità di parti fini nelle acque bianche. Se queste vengono riciclate alla cassa d'afflusso, qui si avrà un aumento di concentrazione creando inconvenienti di formazione e caduta di qualità. Per riportare la formazione accettabile si deve abbassare la concentrazione in casa d'afflusso il che porta a un minor tasso produttivo. Un maggior contenuto di parti fini nelle acque di riciclo della continua contribuisce ad aumentare anche i punti di spillo e il consumo di reattivi chimici, oltre a creare problemi di schiuma e di resina, inoltre, con l'aumento delle materie di carica nelle acque bianche anche le tele si usurano più facilmente. Se in conseguenza di una cattiva ritenzione, il sistema delle acque bianche, continua possiede una quantità troppo elevata di materie di carica, la sua reazione ai mutamenti processuali subisce un rallentamento.

Questo significa tempi di transizione più lunghi durante le variazioni di produzione e ancora perdite di produttività. L'accumulo di fibre, parti fini e materie di carica nel sistema delle prime acque bianche influisce non solo sulle prestazioni della continua ma si riflette anche in un maggior carico nell'operazione di recupero delle acque e nel loro trattamento. Se il sistema di recupero è sovraccarico si ha come conseguenza una minor prestazione di epuratori, assortitori, ugelli degli spruzzi e delle altre apparecchiature in cui si usano le acque bianche del sottotela. Essendo l'effetto della ritenzione così pronunciato, non v'è da meravigliarsi che praticamente tutte le cartiere seguono con cura tutti i mutamenti relativi e tentino di mantenerne sempre il livello a un grado ottimale.

### 5.1 MECCANISMO DELLA RITENZIONE

Per il tecnico cartaio esistono due tipi di ritenzione. La ritenzione complessiva è il rapporto tra produzione (ton/giorno) all'avvolgitore rispetto alla quantità totale di solidi introdotti. Questo è un bilancio complessivo di massa e risulta utile per capire l'economia del sistema. La ritenzione a passaggio singolo è la misura della quantità di solidi che restano sul foglio di carta in confronto alla quantità che lascia la cassa

d'afflusso. Questa ritenzione indica l'efficienza con cui la sezione tela riesce a trattenere le fibre, materie di carica e parti fini per formare un nastro continuo di carta.

Fondamentalmente due sono le forze in gioco nella ritenzione in un sistema cartaio: idromeccaniche e colloidali. Le forze idromeccaniche comprendono gli "shock" di pressione nelle pompe e negli assortitori e gli impulsi di depressione nella sezione tela, che rompono i fiochi. Le forze colloidali di ritenzione sono in relazione con il potenziale elettrocinetico esistente tra le particelle. In pratica i tentativi per controllare la ritenzione sono fatti principalmente per manipolare la ritenzione colloidale. La ritenzione delle fibre lunghe è elevata (solitamente circa il 90%) in ragione dell'effetto di filtrazione meccanica da parte della tela della macchina, in prima istanza, e poi da parte del pannello fibroso che si forma. La ritenzione della cariche consiste in una ritenzione meccanica e colloidale. La ritenzione meccanica ha effetto principalmente sulle particelle di grandi dimensioni e su quelle che non hanno forma rotonda. Si è trovato che la coflocculazione, e cioè le forze interfacciali delle particelle, che controllano la flocculazione colloidale, rappresenta il meccanismo più importante per trattenere le parti fini nel pannello fibroso. Quasi tutto quello che è avvenuto o avviene in una cartiera influisce sulla ritenzione di macchina continua.

Grammatura, velocità della macchina, sezione di formazione, portata e tipi di cariche, grado di raffinazione, quantità di fogliacci nel sistema, quantità di ritentivi, ecc. Inoltre tutti i tipi di prodotti chimici che vengono attualmente sempre più impiegati nella fabbricazione della carta, hanno i loro effetti sulla ritenzione colloidale. Sarebbe molto più facile indicare i cambiamenti in cartiera che non hanno effetto alcuno sulla ritenzione.

## 5.2 MISURA DELLA RITENZIONE

La ritenzione è una misura della quantità presenti nel foglio in rapporto alla quantità aggiunta nella parte umida. Essa può venire rappresentata dalla seguente equazione:

$$\text{RITENZIONE} = \frac{\text{ChbQhb} - \text{CwwQww}}{\text{ChbQhb}} \times 100$$

Dove:

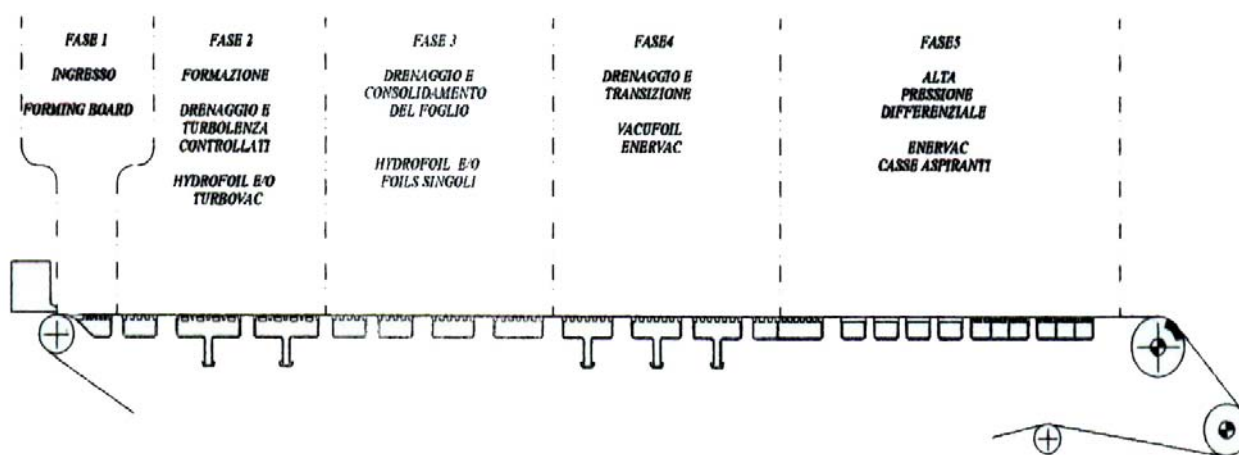
- **Chb, Cww** sta per la concentrazione di un componente particolare (fibra lunga, parti fini, carica, ecc.) dell'impasto rispettivamente nella cassa d'afflusso e nelle acque bianche.
- **Qhb, Qww** sta per il flusso di massa della cassa d'afflusso e della sottotela.

## 5.3 RITENZIONE MECCANICA

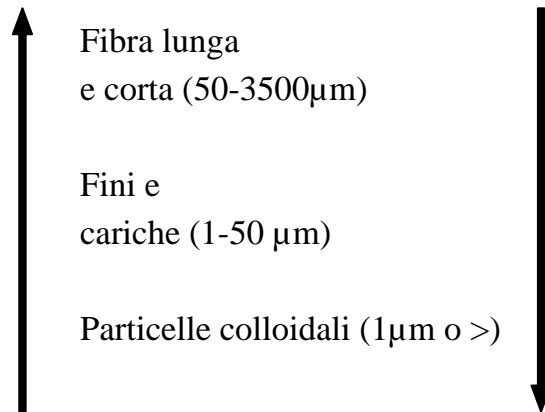
La ritenzione meccanica è un processo che si esplica sulla tela di formazione, strettamente influenzato dalle caratteristiche della zona di formazione. La tela, cuore della zona di formazione, si comporta come un setaccio, bloccando le fibre di lunghezza superiore alle dimensioni delle proprie maglie e lasciandosi attraversare da quelle con dimensioni minori. Dopo circa 1-1,5 metri di percorso, le fibre che si sono depositate intrecciandosi, esplicano una azione filtrante ancora più marcata, aumentando così la ritenzione. Ne consegue, che le particelle (fini e cariche) con dimensioni inferiori alle maglie della tela, possono essere ritenute, solamente dopo la formazione di questo intreccio fibroso filtrante. La ritenzione meccanica, rappresenta dunque la capacità degli elementi costitutivi la tavola piana di separare in maniera meccanica l'impasto fibroso dall'acqua. Si deve ricordare che l'impasto fibroso viene inviato sulla tavola piana con una siccità del 0,4-0,8% e che, a secondo del tipo di carta, ne esce a circa il 18-20%. L'enorme quantità di acqua presente nell'impasto, non è solo il mezzo di diluizione e il veicolo del sistema fibroso, essa rappresenta una componente essenziale dell'impasto non solo a causa delle forti interazioni con le fibre, che permettono di ottenere una sospensione, ma anche perché l'acqua stessa è parte integrante della fibra rigonfiata a causa della raffinazione, garantendo importanti

caratteristiche colloidali all'impasto fibroso. La ritenzione meccanica e il relativo drenaggio dell'acqua nel sottotela, è influenzata da numerose variabili, delle quali le più significative sono: la composizione dell'impasto, la sua raffinazione, la diluizione, la temperatura, il tipo di tela, la sua velocità, la velocità del flusso dell'impasto e il suo rapporto con la velocità della tela, l'angolo di contatto del getto, il tipo di mezzi drenanti usati nelle varie zone della tavola piana. Risulta molto difficile prevedere l'influenza, ossia le possibili modifiche che si possono apportare a queste variabili, per migliorare la ritenzione. Un'azione drenante crescente, dal cilindro capotela al cilindro aspirante, è una delle condizioni di lavoro ideale. In teoria l'azione drenante nella prima zona della tavola piana deve essere minima poiché la forza di gravità dovrebbe da sola provocare il passaggio dell'acqua attraverso la tela, evitando così possibili marcature del foglio di carta dovute alla pressatura delle fibre contro gli arredi della tela. In seguito l'azione drenante deve essere aumentata, mediante i componenti drenanti della tavola piana, al fine di proseguire la rimozione dell'acqua dallo strato fibroso.

### 5.3.1 MECCANISMO DI RITENZIONE MECCANICA



## RITENZIONE MECCANICA



## RITENZIONE CHIMICA

Due sono i parametri di controllo della ritenzione delle fibre e delle cariche sulla tavola piana:

### 5.3.2 RITENZIONE TOTALE (%)

Da questa dipende sostanzialmente l'aspetto economico diretto, in quanto la porzione di materiale non ritenuta, viene persa nelle acque bianche.

$$\text{Ritenzione totale \%} = \frac{\text{Quantitativo ritenuto nel foglio}}{\text{Quantitativo immesso in impasto}}$$

### 5.3.3 RITENZIONE SINGLE-PASS (%)

La qualità del foglio è maggiormente influenzata da questo tipo di ritenzione; un basso valore infatti è indice di una distribuzione non uniforme e di una elevata perdita di fini nel sottotela con conseguenti fenomeni di doppio viso.

L'arricchimento dei fini nella cassa d'afflusso pregiudica inoltre il drenaggio, l'azione degli additivi e ausiliari.

$$\text{Ritenzione Single - Pass \%} = \frac{\text{Quantitativo ritenuto nel foglio}}{\text{Quantitativo in cassa d'afflusso}}$$

## 5.4 RITENZIONE CHIMICA

Le particelle più piccole (fini e cariche) presenti nell'impasto contribuiscono in modo determinante a stabilire le caratteristiche meccaniche e ottiche del foglio di carta. Conseguentemente la perdita nel sottotela di queste sostanze pregiudica la qualità finale e provoca un aumento del carico delle acque. I meccanismi di ritenzione chimica, sono concepiti per massimizzare la quantità di particelle trattenute sulla tela di formazione, attraverso fenomeni di natura chimica, ad esempio una particella di piccole dimensioni come il Biossido di Titanio, di  $0,2 \mu\text{m}$  è ritenuta al 98% per fenomeni di ritenzione chimica. Per favorire questi fenomeni si fa uso di prodotti chimici formulati per ottenere buone ritenzioni ed elevate velocità di drenaggio. Questi prodotti, in genere polielettroliti o sistemi duali, quando vengono adsorbiti dalle fibre ne modificano la carica superficiale ossia il potenziale zeta, favorendo dunque l'aggregazione delle fibre e delle cariche in fiocchi di dimensioni maggiori. Il costo stimato di additivazione chimica in una cartiera è molto elevato e si può quantizzare, all'incirca, con il 9-13% dei costi totali. Su questo totale, i prodotti chimici utilizzati direttamente o indirettamente come ritentivi rappresentano un buon 50%. Questo ci fa capire come l'ottimizzazione di questo importante aspetto chimico consenta di ottenere notevoli benefici qualitativi ed economici, non solo nella fabbricazione della carta, ma anche nel trattamento delle acque di processo.

### 5.4.1 COAGULAZIONE

Le particelle colloidali vengono trattenute durante la fase di formazione con grande difficoltà, non solo a causa del piccolo diametro delle particelle stesse e dei moti Browniani collegati, ma soprattutto perché questi sistemi possiedono una carica omopolare positiva o più frequentemente negativa, quindi le cariche tendono a respingersi, rimanendo così disperse.

Questo impedisce alle particelle di riunirsi in gruppi, formando un corpo unico (fiocco) il quale, avendo dimensioni maggiori, sarebbe ritenuto con maggiore probabilità tra le maglie della tela di formazione.

Mediante l'aggiunta di appositi reagenti detti coagulanti o flocculanti primari, si può cambiare la carica superficiale, portandola verso la neutralizzazione, provocando in questo modo l'aggregazione delle particelle (potenziale  $Z = 0$ ).

Il processo sopra esposto consta di tre momenti fondamentali:

- I fase: fase caratterizzata da fenomeni di diffusione e adsorbimento, dove il coagulante forma le prime “toppe” cationiche sulla superficie delle particelle.
- II fase: le aree con superfici cationiche ed anioniche coesistono sulla stessa particella.
- III fase: si formano i primi “ponti” tra le particelle.

I fattori che influenzano la coagulazione sono quindi:

- natura dell’impasto;
- caratteristiche del coagulante (organico/inorganico, PM, densità di carica);
- forze di taglio;
- tempo di contatto.

Aumentando infatti il tempo di contatto e le forze di taglio, il coagulante viene adsorbito nei pori delle fibre, diminuendo così la neutralizzazione della superficie e quindi la sua efficienza. La coagulazione da sola non è abbastanza per dare dei fiocchi con dimensioni sufficientemente grandi da essere ritenuti sulla tela.

Per questo motivo, nel processo di ritenzione il coagulante viene generalmente associato ad un flocculante

## AGENTI COAGULANTI

A seconda della composizione chimica, gli agenti coagulanti li possiamo dividere in due gruppi principali.

- inorganici (sali metallici  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ )
- organici (basso p.m, alta carica cationica)

Dalle considerazioni teoriche fatte in precedenza, emerge chiaramente che un buon coagulante, deve essere un elettrolita solubile provvisto di un catione, meglio se trivalente, molto reattivo e poco costoso.

## POTERE COAGULANTE DI ALCUNI CATIONI

<b>IONE</b>	<b>POTERE COAGULANTE</b>
K <sup>+</sup> .....	1.2
Ca <sup>++</sup> .....	63.0
Cu <sup>++</sup> .....	52.0
Fe <sup>++</sup> .....	2500.0
Al <sup>+++</sup> .....	5000.0

I reagenti che hanno finora trovato maggiore impiego come coagulanti sono i seguenti: solfato di alluminio; policloruro di alluminio.

### SOLFATO DI ALLUMINIO

È il reagente coagulante più vecchio e ancora il più utilizzato. Commercialmente è ottenuto per reazione della Bauxite (Ossido di Alluminio idrato) con acido solforico.

Quando un sale di alluminio, di un anione non complessante si scioglie in acqua, si ottiene il singolo catione (Al trivalente) solo quando il pH della soluzione è inferiore a 3. A pH maggiori di 3, i gruppi OH<sup>-</sup>, iniziano ad agire formando diversi tipi di complessi.

La formazione di questi complessi dipende da diversi fattori, oltre il pH, come per esempio:

- concentrazione dell'alluminio;
- temperatura.

Considerando la concentrazione, la temperatura e il tempo molto breve, la natura dei complessi è strettamente legata al pH. Si può rilevare che nel campo di pH tra 4,5 e 5, si creano una serie di complessi, dove l'alluminio compare in formazioni polinucleari differenti, che garantiscono una elevata neutralizzazione. Questa regione di pH (4,5-5) sarà quindi quella ottimale per la produzione della carta. Questi complessi non hanno solo un'azione neutralizzante sul potenziale zeta, ma grazie alla formazione di una struttura gelatinosa di idrati fioccosi dovuta alla combinazione con i bicarbonati presenti nell'acqua si crea una specie di rete da pesca, che intrappola le

parti fini e le cariche minerali nello strato di carta, aumentando in questo modo la ritenzione e diminuendo di conseguenza il carico delle acque bianche. Bisogna fare attenzione a non eccedere nel dosaggio di allume, per evitare la saturazione di tutte o quasi le cariche negative presenti sulla fibra, poiché in tal caso resterebbero pochi i punti disponibili all'assorbimento di un eventuale flocculante cationico. L'allume, d'altra parte, deve limitare i centri attivi per evitare che il polimero flocculante si leghi in più punti, anziché formare dei ponti con altre particelle.

#### POLICLORURO DI ALLUMINIO

L'allume viene talvolta sostituito da un altro agente coagulante: il policloruro di alluminio.

Il policloruro di alluminio è un polielettrolita inorganico ad elevata concentrazione di alluminio (18% peso) avente le seguenti caratteristiche:

- causa meno problemi durante la produzione;
- uso di quantità inferiori;
- riduzione del potenziale Z anche a pH alcalini, molto elevato.

#### 5.4.2 FLOCCULAZIONE

Come già visto la sola coagulazione non è in grado di formare agglomerati di fibre e cariche, di dimensioni sufficienti da essere trattenute sulla tela.

Per questo motivo, nel processo di ritenzione, il coagulante viene generalmente associato, ad un polimero, in grado di creare dei ponti tra le particelle colloidali precedentemente neutralizzate e coagulate; attraverso la flocculazione si ottengono fiocchi con minor gelatinosità e quindi più facilmente disidratabili mediante i meccanismi di filtrazione seguenti.

L'attività di un flocculante è influenzata:

- dalla propria struttura base, se si tratta quindi di composti a catena lineare o ramificata o che possa reticolare in un secondo tempo;
- dall'attività superficiale, che viene determinata e modificata dal tipo e dal grado di sostituzione dei gruppi introdotti nella molecola (si hanno polimeri anionici, cationici e non ionici);
- dalla grandezza del polimero, ossia dal suo peso molecolare, che lo rende adatto a svolgere compiti differenti.

Le proprietà di un flocculante sono quindi date dalla struttura chimica, dal tipo e dal grado di sostituzione e dal peso molecolare.

Bisogna inoltre trovare la posizione (o le posizioni) opportune, tenendo presente la necessità di distribuire in fretta ed in maniera omogenea il flocculante, massimizzando così la possibilità di costruire dei ponti tra particelle diverse.

#### POLIMERI CATIONICI

Questi polimeri, si fissano sui centri anionici delle fibre, precedentemente neutralizzati in parte dall'aggiunta di un coagulante.

L'azione del coagulante, diminuisce infatti la repulsione elettrostatica, evitando inoltre che il flocculante si leghi in più punti della stessa particella.

#### POLIMERI ANIONICI

Questi polimeri esplicano la propria azione flocculante in presenza di un energico cationizzante (Allume).

L'allume funge quindi sia da coagulante, che da cationizzante creando sulla fibra dei punti carichi positivamente, successivamente attaccati dal polimero.

Di primaria importanza nell'uso di questi polimeri è la diversificazione dei punti di aggiunta del coagulante e del flocculante.

#### POLIMERI NON IONICI

I polimeri non ionici o le porzioni non ioniche di polimeri cationici o anionici, possono esplicare una elevata azione flocculante.

Questi polimeri usati da soli o in sinergia con una resina di fenol-formaldeide, stabiliscono dei legami idrogeno fra un ossigeno del polimero e un idrogeno dei gruppi fenolici della lignina (pasta legno) oppure l'idrogeno dei gruppi fenolici della resina fenol-formaldeide.

La flocculazione con i polimeri sopra enunciati può comportare un aspetto (speratura) non uniforme. Si è cercato di ovviare a questo problema utilizzando polimeri a basso peso molecolare, diminuendo così la dimensione dei fiocchi, oppure adottando dei particolari sistemi binari detti "dual-system". Questi diffusi sistemi hanno come obiettivo, attraverso l'associazione di un polimero con una molecola di piccole dimensioni, la formazione di microfocchi.

## TIPI DI FLOCCULAZIONE

- Flocculazione “tenace”

Una flocculazione tenace porta ad una buona ritenzione anche in presenza di elevata turbolenza.

Solitamente è data da polielettroliti ad elevato PM, e da sistemi duali, in caso di ridispersione la flocculazione è decisamente più debole.

- Flocculazione “debole”

Una flocculazione debole coincide con una ritenzione minore ma con una buona attitudine alla ri-dispersione. Si ottiene con sali e polielettroliti a basso PM.

- Microflocculazione

Viene definita microflocculazione la flocculazione delle particelle più piccole, quali fini e cariche, in dimensioni abbastanza piccole, per ottenere una buona opacità, ma sufficientemente grandi per garantire buona ritenzione ed elevata porosità.

- Macroflocculazione

È la flocculazione visibile ad occhi nudo, essa influenza la speratura del foglio. Questo tipo di flocculazione si ripercuote principalmente sulla variazione di grammatura e sulle caratteristiche meccaniche del foglio di carta.

I polimeri sono essenzialmente:

- polimeri naturali
- polimeri sintetici

A seconda della loro composizione chimica sono classificati in:

- polimeri cationici;
- polimeri anionici;
- polimeri non ionici;
- polimeri che includono nella stessa molecola sia cariche cationiche che anioniche.

## 5.5 RITENZIONE SU UNA MACCHINA CONTINUA

Per motivi di produzione la ritenzione in line è diventata attualmente di fondamentale importanza per una buona produzione. Di mezzi per averla in linea c'è ne sono molti di varie marche (VALMET, BTG, ecc).

Prenderemo in considerazione un sistema di ritenzione della BTG: il "RET 5300".

### 5.5.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA RET 5300

Il sistema di monitoraggio della ritenzione è stato studiato e progettato per misurare la ritenzione su una macchina continua. Il sistema misura con alta precisione, tutti i "fini" presenti nella sospensione acquosa precedentemente prelevata per l'analisi. I differenti valori di ritenzione che si possono ottenere dipendono dal tipo di impasto utilizzato, dal tipo di macchina che si utilizza e dalla sua configurazione.

Il sistema è composto da:

- contenitore unità di controllo;
- vaschetta per campionatura e analisi;
- sensori.

La misurazione inizia quando la valvola di campionamento si apre per prelevare la sospensione acquosa. Il campione è trasportato, con opportune tubature, nella vaschetta di analisi, questa sarà riempita con una quantità prestabilita. Le valvole dell'acqua bianca vengono chiuse e il motorino della vaschetta inizia ad girare, facendo circolare la sospensione acquosa attraverso i sensori che sono posti sopra la vaschetta. In questo modo si vuole eliminare l'eventuale aria presente nel impasto e si cerca di deflocculare le fibre e i fini presenti nell'impasto. Quando queste operazioni sono finite inizia la sequenza di misurazione. La misurazione è visualizzata sul display e tutti i dati sono trasmessi al DCS. Quando la procedura di misurazione finisce il campione viene fatto uscire dalla vaschetta e allora inizia il lavaggio completo, con acqua chiara, del contenitore. Finito la procedura di lavaggio si preleva il nuovo campione. Se si desidera si può cambiare le sequenze o i tempi delle procedure, secondo le esigenze di produzione. Naturalmente il sistema può essere collegato con gli organi principali della macchina continua, ad esempio si può collegare con la

pompa Fun-Pump, in modo tale che se smette di girare per una fermata della macchina, il circuito di rivelamento della ritenzione si esclude, facendo girare nella vaschetta acqua chiara per la pulizia; questo fino al momento della ripartenza della macchina continua.

### 5.5.2 MISURAZIONE CON RET-5300

Per ottenere una misurazione dei materiali sospesi, che si trovano nell'impasto di produzione, si è scelto un metodo conosciuto e già utilizzato per altre funzioni. Infatti il Ret-5300 usa il metodo di "Peak" (basato su valori di picco), questo perché nella sospensione è presente una parte di particelle di dimensioni più grandi (fibre) e una parte di particelle con dimensioni più piccole. Le fibre, che hanno una facilità di lettura più agevole, vengono analizzate da una rete trasparente, intorno al quale molte particelle piccole galleggiano (flottano).

Per facilitare l'analisi del contenuto nell'impasto di particelle piccole o grandi si studia la flottazione per un periodo fisso di tempo. In questo modo avremo la possibilità di scoprire mediamente la composizione del campione prelevato in precedenza. Abbiamo avuto un riscontro importante nell'utilizzo di queste analisi e cioè che il numero delle particelle piccole è grande e relativamente costante nel tempo. Mentre per le particelle con dimensioni più grandi si è osservato che sono meno presenti ed hanno una variazione di presenza considerevole. Durante la misurazione, a tempo fisso, si può calcolare una media dell'intensità della luce trasmessa. La causa di variazioni di questa media si possono ricercare quando particelle di dimensioni più grandi attraversano il fascio di luce trasmessa.

Il calcolo dell'intensità del fascio di luce si può ottenere quando nessuna particella passa attraverso ad esso. Nel caso c'è una variazione del valore dell'intensità della luce è dovuta dalle piccole particelle che si trovano nella sospensione. Il fascio di luce brilla attraverso il passaggio della sospensione e la luce trasmessa è rilevata da un sensore ottico. Il segnale del lettore è amplificato e passato attraverso tre filtri.

Il primo filtro ha il compito di elaborare il valore medio ( $V_{dc}$ ) della luce trasmessa. Il secondo filtro calcola invece il valore massimo ( $V_p$ ) della luce trasmessa durante il tempo prestabilito, il valore di picco. Mentre il terzo filtro che è composto da un circuito RMS, converte il segnale ricevuto in corrente

alternata (Vac). Uno dei valori più importanti è quello dell'acqua chiara (Vcw) che viene usata come valore di riferimento. Questo è l'unico metodo per poter eseguire un giusto calcolo del valore zero, che servirà ovviamente per la calibrazione del sistema. Con questo modo di agire il sistema è immune dall'influenza da parte di sporcizia, da cambiamenti di intensità del fascio di luce o dal colore della sospensione che si sta analizzando.

## **6. REGOLAZIONE DELLA CASSA D'AFFLUSSO**

La funzione della cassa d'afflusso è di alimentare la tavola piana della continua con un impasto diluito intorno al 0,6-1% in maniera omogenea sia di velocità che di pressione dell'impasto che va sulla tela per tutta la larghezza della tavola piana. La regolazione di tale apparecchiatura viene garantita agendo su particolari volantini collegati con viti micrometriche che si trovano sul labbro della cassa. Questo metodo assieme al controllo della velocità della macchina continua e del battente della cassa d'afflusso permette di regolare automaticamente o manualmente il rapporto di velocità tra getto e tela (condizioni di rush e di drag).

Rush si ha quando il getto è maggiore della velocità della tela cioè il getto spinge la tela; drag quando la tela ha una velocità maggiore del getto, ossia il getto è trascinato dalla tela. Questo importante parametro permette di modificare alcune caratteristiche della carta; infatti consente di distribuire le fibre in modo da ottenere un orientamento preferenziale, nel caso del drag, in senso macchina e quindi ottenere maggiori resistenze meccaniche in questo senso.

Un altro importante parametro per regolare la distribuzione della sospensione fibrosa sulla tela è la concentrazione della pasta all'uscita dello slice, che è indicativamente data dalla lontananza della linea d'acqua. La concentrazione influisce sulla velocità di drenaggio e di conseguenza sulla formazione. Alla linea d'acqua la superficie della carta cambia improvvisamente aspetto poiché perde l'acqua e da lucida appare opaca.

La posizione della linea d'acqua è relativa alla velocità della tela, alle condizioni di drenaggio della tela e agli organi drenanti (Foils, vacuum foils, casse aspiranti) e, come già detto, dalla concentrazione della pasta.

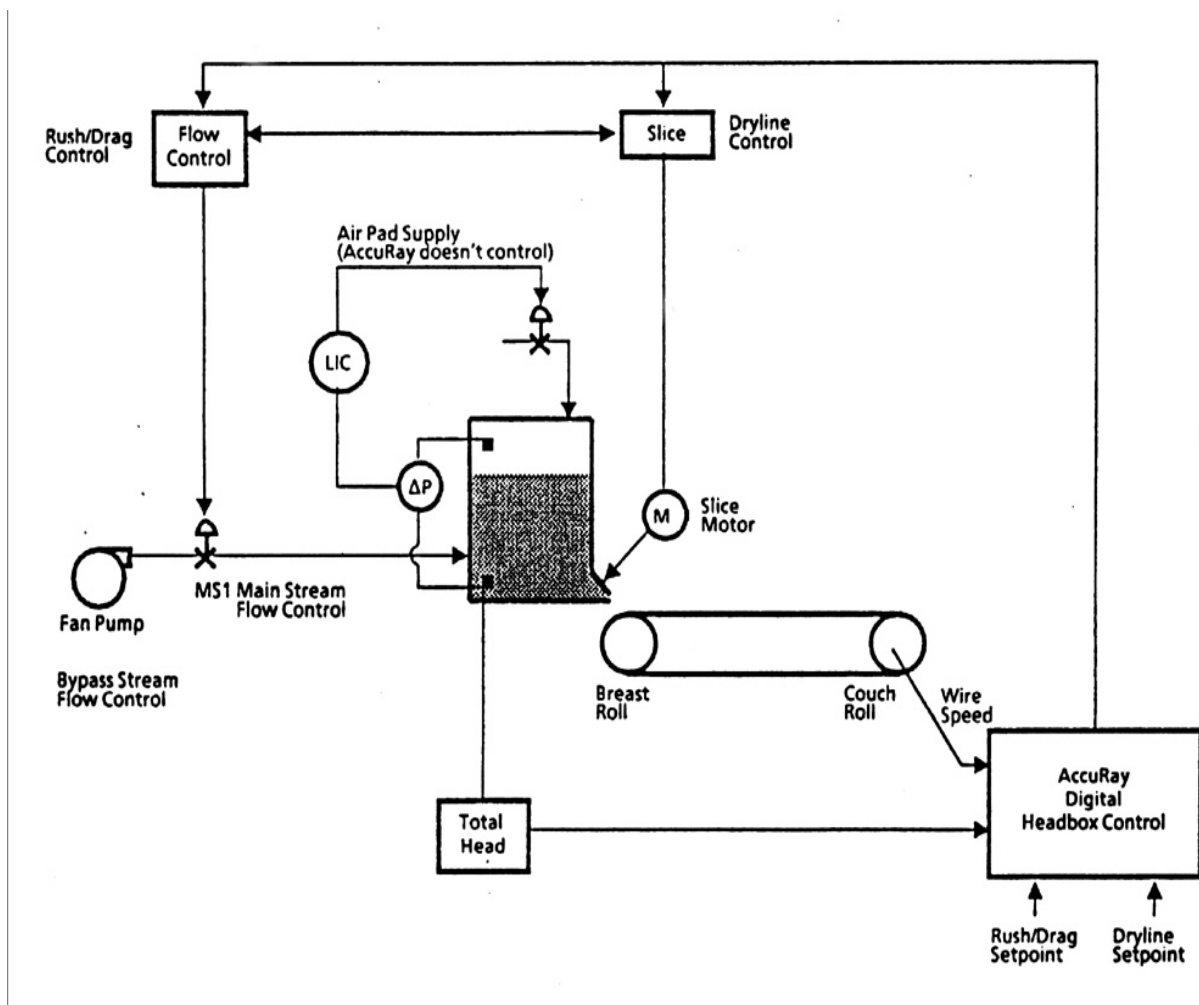
Essa visualizza la durata della sospensione delle fibre.

Le grandezze variabili e le funzioni dei rispettivi attuatori nella conduzione della cassa d'afflusso sono le seguenti:

- aggiustamento dell'apertura dello slice: volantini con vite micrometrica che agiscono sui settori del labbro superiore;
- regolazione del flusso del liquido alla cassa d'afflusso: valvola di grammatura per regolazione della quantità di pasta secca, velocità fan-pump per regolazione della portata e concentrazione;
- regolazione della pressione del cuscino d'aria nella cassa d'afflusso.

Tutte queste operazioni sono eseguite in funzione del livello dell'impasto.

## 6.1 SCHEMA DELLA REGOLAZIONE DELLA CASSA D'AFFLUSSO

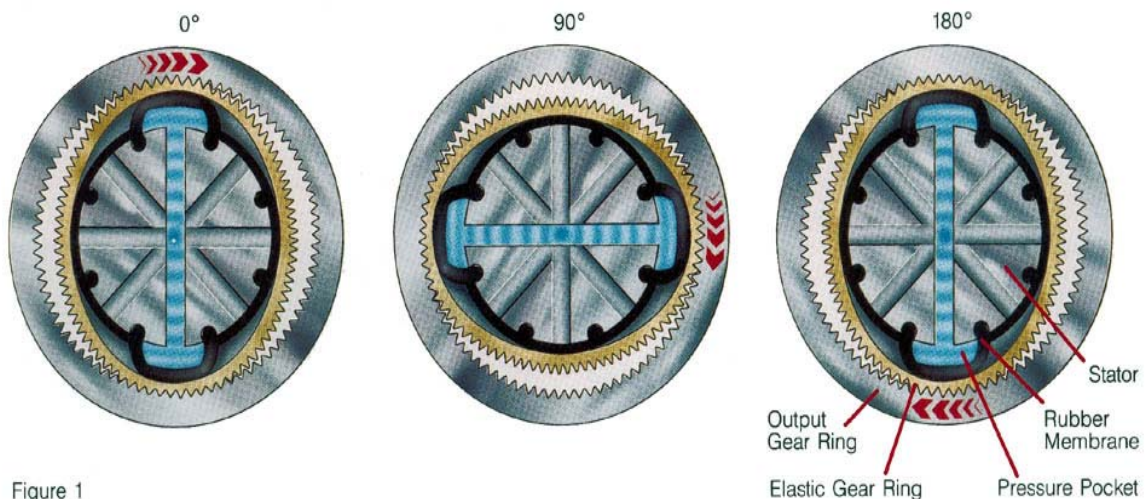


È possibile per la quasi totalità dei parametri sopra descritti avere una regolazione automatica, cioè un intervento automatico dell'apparecchiatura sugli organi di comando della macchina continua, tale da correggere l'irregolarità nel più breve tempo possibile. Gli stessi possono essere convertiti in controlli manuali con una semplice operazione alla tastiera di comando.

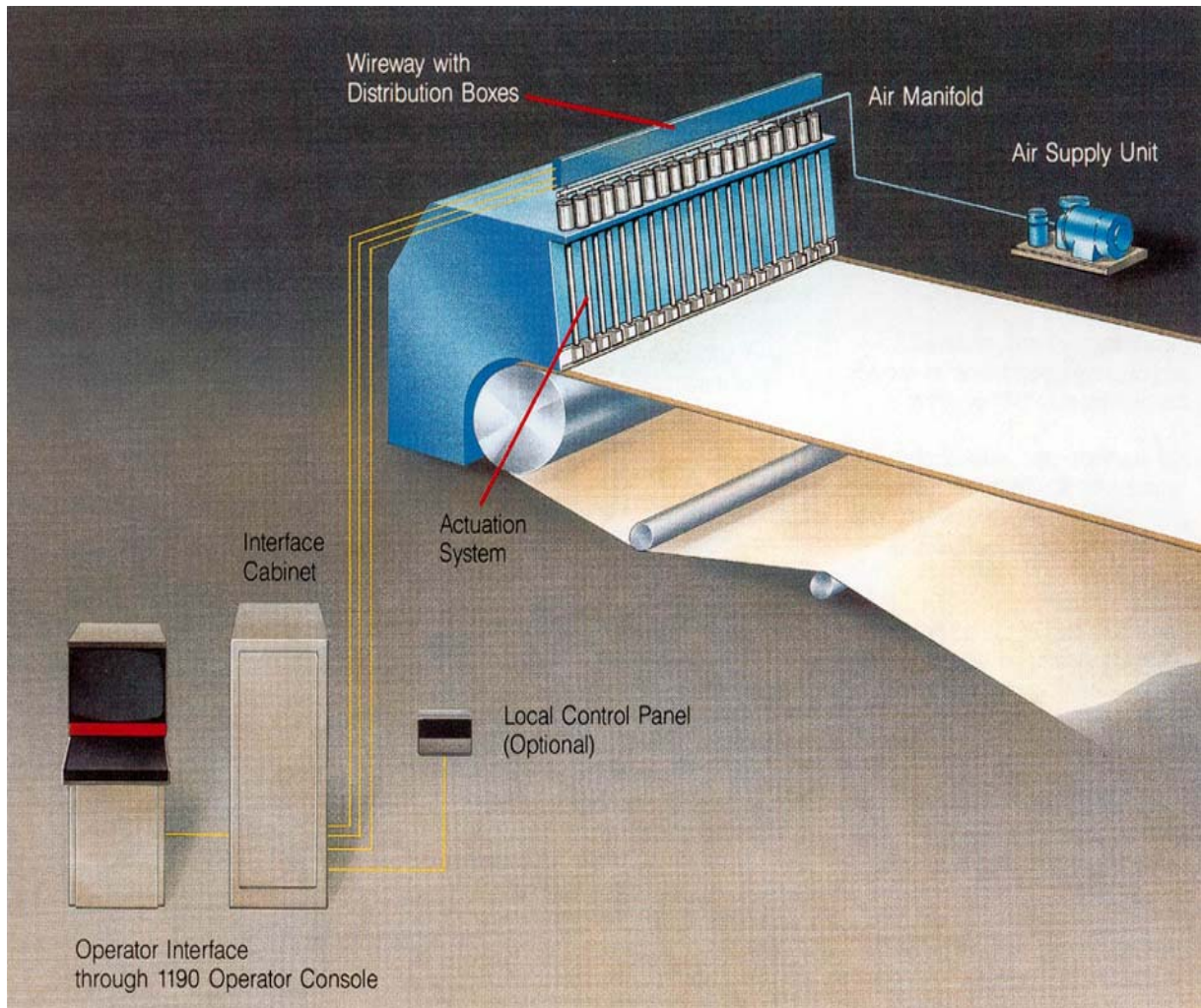
Naturalmente per facilitare queste operazioni vengono incontro i sistemi di controllo, sia trasversali (profilo foglio) che longitudinali (in senso di macchina). I controlli trasversali sono essenzialmente, sistemi automatici che tendono ad uniformare il profilo del foglio con adeguati attuatori:

- profilo di grammatura
- profilo di spessore
- profilo di umidità

Per il controllo del profilo di grammatura si interviene sul labbro superiore della cassa d'afflusso. Il labbro superiore è suddiviso in numerosi settori di varie dimensioni che possono essere aperte più o meno indipendentemente gli uni dagli altri. Tempo fa questa operazione era eseguita dall'operatore tramite volantini manuali. Con l'introduzione dei sistemi automatici, la regolazione è affidata a motori elettrici passo passo molto precisi, ulteriormente superati dagli attuatori messi a punto dall'ABB, i LINEAR STEPER.



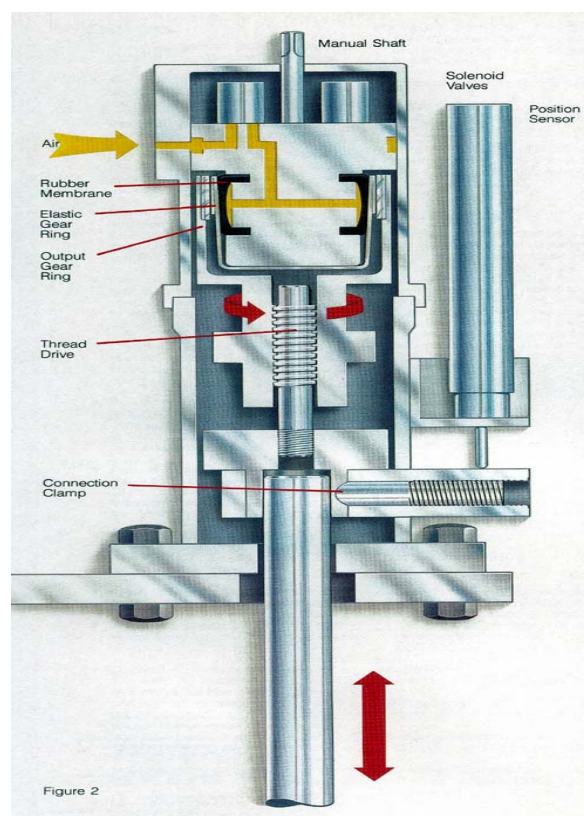
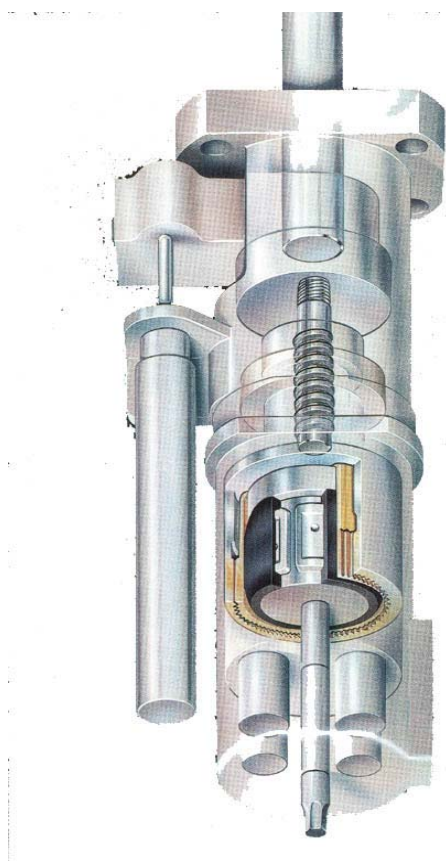
Questi attuatori elettropneumatici operano con due ingranaggi armonici che consentono un movimento lineare allo stelo che realizza lo spostamento del labbro. (vedi figura). Riceve un impulso elettrico che aziona la corrispondente elettrovalvola la quale libera l'aria di alimentazione del condotto relativo.



La pressione dell'aria forza l'ingranaggio interno elastico di 160 denti nei corrispondenti (162) dell'ingranaggio esterno ottenendo una rotazione di due denti per giro. La trasformazione del movimento rotatorio in movimento traslatorio, è ottenuta dal meccanismo di accoppiamento tra una vite senza fine e

il Linear Stepper. Questo nuovo attuatore usa il segnale di eccitazione proveniente dal sistema Accuray. Esso è ottenuto confrontando il valore rilevato dal sensore di grammatura, con il set point, cioè il valore indicato dal trasduttore di posizione e tenendo conto della posizione dello silice precedente.

Il risultato è una continua ottimizzazione della grammatura. Il miglioramento del profilo di grammatura così ottenuto, ha consentito di migliorare il profilo dello spessore particolarmente nei picchi in partenza sulla cassa d'afflusso e di poter intervenire più dolcemente nelle correzioni da eseguire alla liscia.



Il principio operativo è costituito da getti d'aria in settori di 102 mm, che vengono regolati in temperatura da un valore di caldo di 232°C ad un valore di freddo quale quello ambientale (20°C). I getti d'aria al valore di temperatura controllato vengono convogliati sulla superficie del cilindro della liscia sui cui è installato il "Thermo-Profiler". Questi getti sono inviati in senso opposto a quello di rotazione del cilindro e sono guidati, dalla struttura del Thermo-Profiler, sul 25% della superficie indipendentemente dal diametro del cilindro. L'effetto dell'aria calda o fredda è una conseguente dilatazione o contrazione del diametro nel settore corrispondente del cilindro, e quindi un conseguente schiacciamento del foglio su settori di 102 mm.

Un altro tipo di attuatore è quello destinato alla regolazione del profilo di umidità come il "Air Water", "Water Spray" e "Cassa Devron". Il Air Water consiste in uno spruzzo bilanciato di una miscela aria-acqua; in base alla quantità di aria che si invia, si ha una maggiore quantità d'acqua aspirata, che uscendo dall'ugello viene nebulizzata in piccolissime goccioline.

Il Water-Spray è formato da una matrice di ugelli, quattro per ogni settore, tutti collegati ad un condotto di acqua in pressione. Tramite elettrovalvole si regola la quantità di acqua da dover spruzzare sul supporto. La cassa Devron ha la stessa funzione di quest'ultimo descritto solo che si differenzia per due cose; primo viene montato nella zona umida della macchina, di solito nella prima pressa o anche sul cilindro aspirante della tavola piana, poi al posto dell'acqua utilizza il vapore.

## **BIBLIOGRAFIA**

<b>“ABB”</b> .....	MATERIALE VARIO
<b>“VALMET”</b> .....	MATERIALE VARIO
<b>“BELOID”</b> .....	MATERIALE VARIO
<b>“NELES AUTOMATION”</b> .....	MATERIALE VARIO
<b>“HONEYWELL”</b> .....	MATERIALE VARIO
<b>“INTERNET”</b> .....	MATERIALE VARIO ED IMMAGINI