

SISTEMA DI RILEVAMENTO PERDITE NEGLI OLEODOTTI "PIPELINE LEAK DETECTOR SYSTEM"

Lo scopo principale del sistema è quello di rilevare le eventuali perdite lungo gli oleodotti adibiti al trasporto di prodotti petroliferi, permettendo di effettuare la sorveglianza durante le fasi di pompaggio dei vari fluidi e di verificare la funzionalità operativa delle apparecchiature dislocate sulla tubazione.

Il metodo di misura consiste nel controllare che il volume del prodotto in ingresso sia uguale alla quantità di quello in uscita, applicando le procedure di compensazione messe a punto nel corso degli anni, applicando la "filosofia" che consiste nel rilevare la più piccola perdita nel minor tempo possibile, con il minor numero di falsi allarmi.

Il sistema è costituito da unità locali (Site Station) dislocate lungo la tubazione (una ogni 30 Km circa), collegate tramite la rete di comunicazione, all'unità centrale di supervisione (Master Station) costituita da PC con software "Leak Detection", di solito ubicata in sala controllo. Ogni Site Station impiega due coppie di trasduttori ad ultrasuoni, del tipo non intrusivo (clamp on) per montaggio esterno alla tubazione, una sonda di temperatura ed un modem per trasferire i dati rilevati localmente, alla Master Station.

La Master Station interroga, ogni minuto, tutte le Site Station che trasmettono i dati relativi alla loro postazione (nome del sito, ora, portata, velocità sonica, temperatura, allarmi, ecc.) fornendo un "quadro" completo della situazione idraulica che si sta verificando in quel dato istante; la sequenza delle interrogazioni e l'analisi dei dati ricevuti è continua in tempo reale.

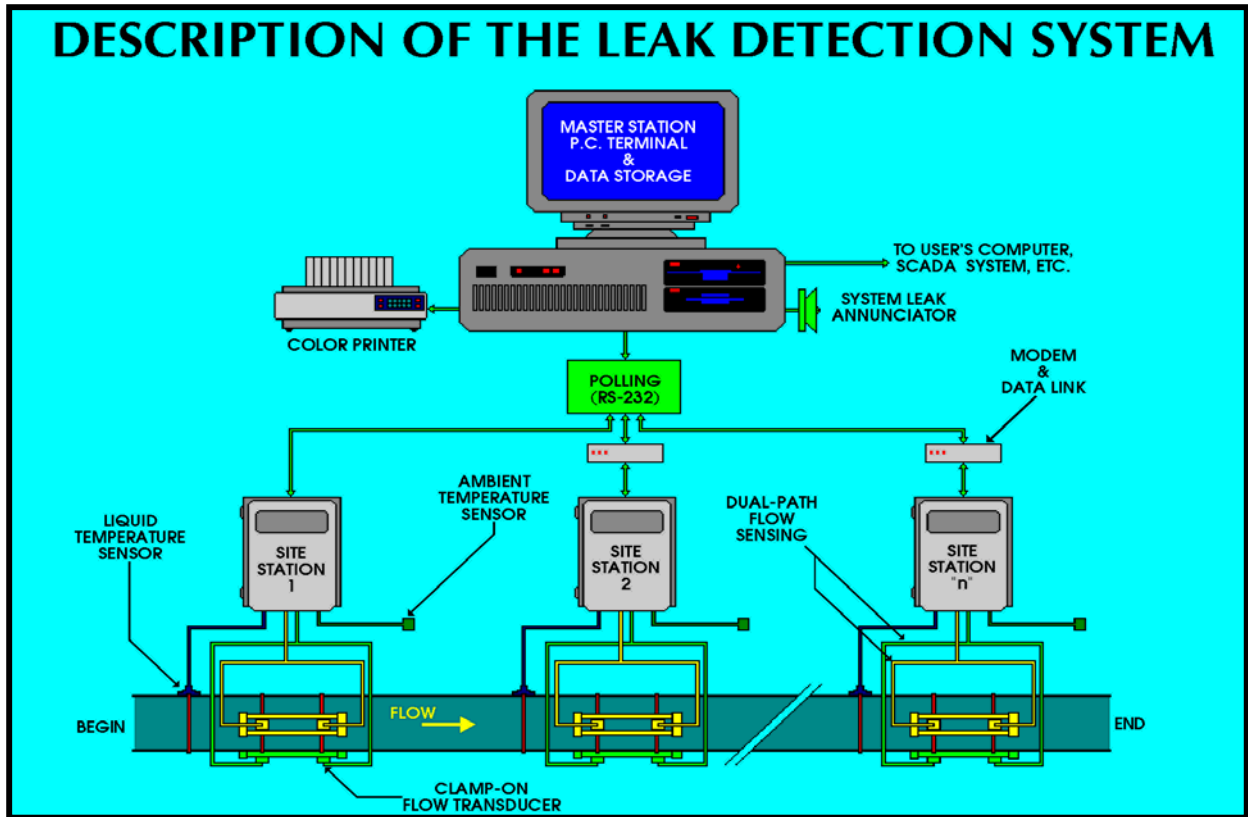
Le informazioni ricevute vengono processate dalla Master Station per compensare il volume del liquido presente nell'oleodotto (bilancio in massa), riconoscere le interfacce dei vari liquidi presenti contemporaneamente, verificare le condizioni di impaccamento e visualizzare le condizioni di esercizio (aperture/chiusure valvole, cavitazioni, presenza di bolle di gas).

Pertanto la Master Station calcola l'effettivo volume netto fra due Site Station adiacenti, compensandolo ed applicando gli opportuni fattori di correzione (espansione/contrazione, densità, temperatura, ecc.). Le eventuali differenze nel bilancio compensato, vengono calcolate con sequenze di 1 minuto, 5 minuti, 15 minuti ed 1 ora, in modo da rilevare velocemente eventuali perdite catastrofiche oppure piccole quantità versate lentamente alle basse portate.

Una serie di videate selezionabili nella Master Station, permettono all'operatore di fare una analisi approfondita di quanto sta succedendo lungo l'oleodotto, di verificare mediante apposita diagnostica il corretto funzionamento delle Site Station locali, di visualizzare le caratteristiche dei prodotti che si stanno pompando, di procedere al riconoscimento delle interfacce, di impostare i vari batch, di rilevare i pig ed ovviamente gli allarmi di perdita.



SCHEMA FUNZIONALE DEL SISTEMA DI LEAK DETECTION CONTROLOTRON



Nel disegno sono rappresentati tre misuratori locali dislocati lungo l'oleodotto denominati Site Station, ad una certa distanza fra loro, in grado di rilevare la portata, la velocità sonica, la temperatura ed altri dati relativi al sito.

Queste informazioni locali, vengono trasferite tramite il modem in dotazione (oppure con rete LAN dedicata), al PC di sorveglianza detto Master Station, che li elabora utilizzando l'apposito software, che viene personalizzato in base alle esigenze specifiche del cliente, permettendo all'operatore di seguire le fasi del pompaggio e di evidenziare gli allarmi che si dovessero verificare.



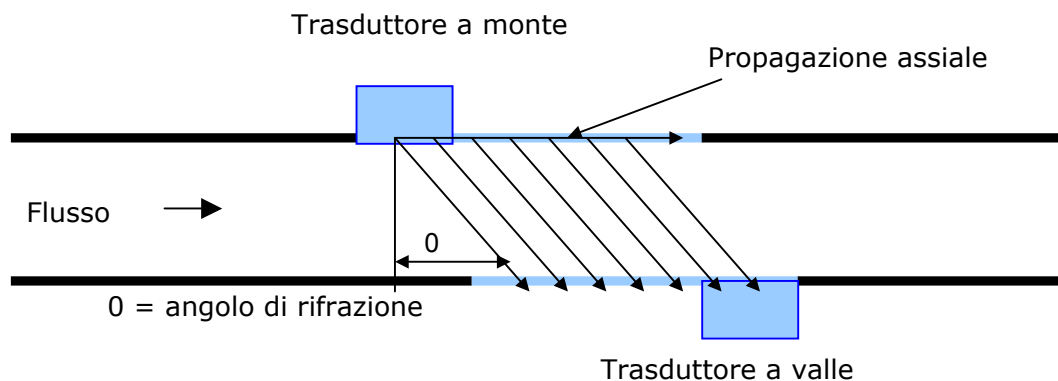
ASPETTI TECNICI E PRESTAZIONI DEL SISTEMA DI MISURA AD ULTRASUONI

I misuratori di portata ad ultrasuoni Controlotron utilizzano i trasduttori per montaggio esterno alla tubazione e la loro installazione non richiede l'arresto del flusso o l'esecuzione di opere intrusive sulla linea che, per questo, non deve essere intercettata.

La tecnica ad ultrasuoni impiegata dalla Controlotron (con varie metodologie brevettate) è quella a tempo di transito, a treno d'impulsi (Multi Pulse), che assicura una migliore sensibilità e stabilità di misura anche in condizioni di profilo di flusso perturbato.

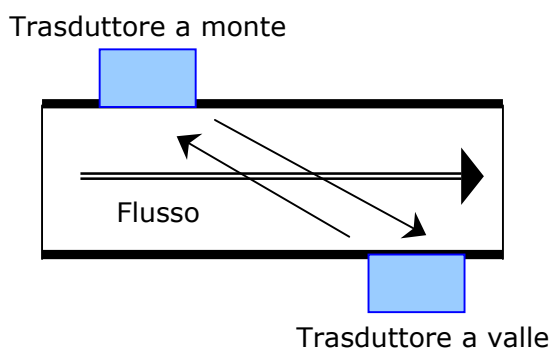
I trasduttori emettono un fascio allargato di ultrasuoni (Wide Beam) che fanno risuonare la parete della tubazione, inducendo un'onda sonora che si propaga assialmente lungo la parete stessa e attraversa, sotto forma di energia sonora, il liquido sottostante; il fascio di ultrasuoni propagandosi nel liquido raggiunge l'altro trasduttore che lo acquisisce.

Il vantaggio della tecnica Wide Beam è che l'angolo di rifrazione del fascio allargato di ultrasuoni è funzione della velocità di propagazione nel liquido (che varia da 600 m/sec per gas liquefatti fino a 1500 m/sec per grezzi pesanti); ma indipendentemente dal tipo di liquido o dall'angolo di rifrazione, con questo metodo il fascio di ultrasuoni emesso da un trasduttore viene sempre ricevuto dall'altro permettendo al sistema di operare in modo continuo e lineare.

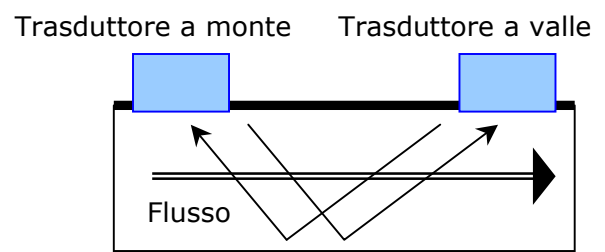


L'energia sonora viene emessa in modo alternativo dal trasduttore a monte verso quello a valle e viceversa, ma il tempo di attraversamento da valle a monte è più lungo rispetto al percorso contrario ed avviene in modo direttamente proporzionale al flusso che lo ritarda. Misurando la differenza di tempo fra i due percorsi si risale alla portata.

Montaggio diretto



Montaggio riflesso



I misuratori Clamp-on sono in grado di rilevare il tempo di attraversamento del suono nella tubazione e quindi di indicare la velocità di propagazione nel liquido in tempo reale, che è funzione della sua densità. Il tempo di transito, che viene rilevato 1000 volte al secondo, può

pertanto identificare il prodotto presente nella linea e correlarlo al relativo numero API con un'ottima risoluzione, permettendo l'identificazione ed evidenziando l'interfaccia di eventuali altri liquidi con caratteristiche diverse.

Nello sviluppare l'ultima generazione di misuratori (serie 1010) si è evidenziata l'importanza dello **spessore della parete** della tubazione su cui vengono installati i trasduttori; infatti questo fungendo da "guida d'onda" incide e può modificare l'angolo di rifrazione del suono generato proprio in funzione dello spessore stesso.

L'angolo di rifrazione è "il fattore di calibrazione" nella tecnica ad ultrasuoni, pertanto è vitale che l'eccitazione imposta dal trasduttore si accoppi con le proprietà meccaniche e dimensionali della tubazione, operando alla sua frequenza di risonanza.

Per questo consigliamo l'utilizzo dei trasduttori di precisione in base ad un range ristretto di spessori (esempio da 5.8 a 8mm, da 8 a 11mm, da 11 a 16mm ecc.) in modo che l'angolo di rifrazione sia sempre controllato e che l'ampiezza dell'onda sonora sia sempre al massimo.

Questo significa operare con bassi livelli di tensione (15V) e con un angolo di rifrazione adeguato, che permette una calibrazione stabile ed indipendente dalle variazioni della velocità sonica di propagazione dovuta ai diversi liquidi che possono transitare nella tubazione.

Inoltre con il metodo di correlazione "Multipulse Phase" messo a punto durante lo sviluppo, per ogni ciclo di trasmissione generato dai trasduttori, vengono inviati 50 impulsi e ne viene analizzata la fase rispetto all'intersezione dello zero degli impulsi in ricezione, innalzando il livello di confidenza.

Un'altra particolarità è che il sistema usa la rivelazione di fase del segnale in ricezione per determinare sia il tempo di transito che la differenza del percorso monte - valle degli impulsi. Questo metodo migliora notevolmente la sensibilità producendo valori stabili di misura.

Le caratteristiche ed i metodi di misura sopra illustrati, rendono il sistema 1010 capace di compensare automaticamente il profilo di flusso mediante la creazione di una tabella interna con i valori dei "numeri di Reynolds" che tengano conto delle distorsioni del profilo del flusso non conformi alle condizioni standard stimate.

Inoltre la funzione "Liquident" permette la compensazione della velocità sonica in base alla temperatura, rendendo disponibili le uscite relative ai gradi API (peso specifico a 15°C), viscosità e il valore della velocità sonica attuale, tutte derivate dalla suddetta funzione.

Per concludere, il sistema fornisce misure attendibili e ripetitive, anche se i liquidi che transitano nella linea presentano valori diversi di densità, viscosità, pressione e temperatura.

Installazione tipica dei sensori sulla tubazione



DESCRIZIONE DI UNA INSTALLAZIONE TIPO, DA COMPORRE IN BASE AL NUMERO DI SEGMENTI DI TUBAZIONE DA CONTROLLARE.

1) N. 1 SITE STATION

Ciascuna composta da:

- n.1 Unità elettronica Flow Computer modello 1010, predisposta per l'ingresso di due coppie di trasduttori ad alta precisione ed una sonda di temperatura Pt1000; è dotata di display LCD per la visualizzazione digitale di alcuni dei parametri selezionabili nel menu (portata, velocità, totalizzazione, allarmi, ecc.). Il sistema oltre che misurare la portata è in grado di identificare le caratteristiche dei liquidi nella linea, rilevare la presenza di bolle di gas o di svuotamento della tubazione e fornisce parametri che concorrono al controllo della qualità dei fluidi trasportati.
Tutti i parametri del menu sono configurabili (campo di portata, allarmi, uscite, dati sito ecc.)
Uscita analogica 4...20Ma per portata o velocitàsonica.
Uscita in frequenza 0...5000Hz - Uscita seriale RS 232
Alimentazione: 85.....250V - AC
Precisione di misura : +/- 0,5% della portata volumetrica.
Esecuzione IP 65 per montaggio a parete e certificazione Cenelec per area non classificata.
- n.2 Coppie di trasduttori ad ultra precisione modello 1011HNFSU1S5-5 (in base allo spessore delle linee), per montaggio esterno alla tubazione, da collegare alla suddetta unità.
Materiale: resina speciale ad alta resistenza, con rinforzi in acciaio trattato.
Cavo coassiale armato lungo 5 metri, completo di idoneo pressacavo, il tutto assemblato versione IP67.
Esecuzione Eex a norme Cenelec, per zona pericolosa.
- n.2 Coppie di accessori per il montaggio dei trasduttori sulla tubazione, costituiti da porta trasduttori tipo 1012 WS in acciaio verniciato, completi di quattro sbarre spaziatrici, fascette in acciaio inox per l'installazione all'esterno della condotta.
- n.1 Sonda di temperatura Pt 1000 per montaggio esterno alla tubazione, completa di scatola di giunzione ed accessori di fissaggio.

2) N.1 LEAK DETECTION MASTER STATION

PC CON ACCESSORI

Le stazioni locali (Site Station) 1010DN dislocate lungo l'oleodotto vengono collegate, tramite linee telefoniche e modem dedicati, alla unità centrale di supervisione (Master Station) da collocare in sala controllo, costituita da PC con appropriata memoria, monitor e stampante.

La Master Station è dotata di opportuno software, in grado di sorvegliare il corretto funzionamento dei misuratori locali, analizzare gli eventi idraulici durante le fasi di pompaggio e svolgere le azioni di rilevamento perdite negli oleodotti che fanno parte del sistema.

L'operatore può selezionare nella Master Station le varie videate disponibili: per la gestione dei pompaggi, per il controllo degli allarmi e per la diagnostica del sistema.

Si possono visualizzare i dati fino alle 72 ore precedenti, mentre quelli antecedenti (fino a due mesi) vengono automaticamente archiviati nell'hard disk del PC.

La Master Station assicura la sorveglianza automatica in base ai valori degli allarmi di perdita che vengono impostati dopo averli concordati con il cliente, sulla base dei risultati dell'ottimizzazione ed in funzione delle condizioni operative/idrauliche.

Il valore tipico degli allarmi corrisponde al 1%...2% della portata massima di esercizio, in funzione dei tempi di integrazione di 1,5,15 e 60 minuti.

La Master Station è in grado di gestire fino a 32 Site Station.

3) N.1 PIPELINE SEGMENT SOFTWARE

SOFTWARE LEAK DETECTION PER MASTER STATION

4) N.1 REVIEW STATION

PC CON ACCESSORI

La Master Station è in grado di rilevare in tempo reale (1 minuto) le eventuali perdite lungo gli oleodotti e permettere all'operatore la gestione del pompaggio. In caso di perdita, l'analisi dei dati registrati dalla Master Station permette la localizzazione del punto in cui la stessa si è verificata. Il file con i dati del pompaggio incriminato, deve essere quindi copiato e caricato nella Review Station, che con l'apposito software, permette di individuare il punto esatto in cui è avvenuta la perdita. In caso di rottura della tubazione infatti, la fuoriuscita del prodotto provoca una perdita di carico (caduta di pressione) che genera un'onda di pressione che si propaga a monte e a valle rispetto al punto della falla. Le Site Station dislocate a monte e a valle dalla falla, sono in grado di rilevare la suddetta onda di pressione, che si propaga all'interno della tubazione trasportata dal prodotto, misurando la variazione della velocità sonica provocata in modo repentino dalla fuoriuscita del prodotto, rispetto alla condizione stabile che si aveva un istante prima dell'evento. Questa sorta di marchiatura della velocità sonica, raggiunge le due Site Station con una differenza di tempo proporzionale alla distanza dal punto in cui si è verificata la perdita. La Review Station analizza la differenza di tempo rilevata dalle Site Station e calcola il punto esatto in cui si è verificata la perdita lungo il segmento di tubazione interessato dall'evento. Per esempio nel caso di una perdita che avviene nel centro del segmento, l'onda di pressione raggiunge simultaneamente le due Site Station.

5) N.1 REVIEW STATION SOFTWARE

SOFTWARE CONTROLOTRON PER REVIEW STATION

6) Accessori per la trasmissione dei dati dalle Site Station alla Master Station

Convertitori RS232/Ethernet da inserire nelle Lan da voi predisposti.

Nota: precisiamo che tutte le opere di preparazione dei cablaggi, la posa delle apparecchiature ed i collegamenti elettrici / telefonici sono a cura del cliente.

SVOLGIMENTO CRONOLOGICO DELLE ATTIVITA' (Engineering Services)

- 1) Sopralluogo (**Site Survey - item 4.1**) da parte di un tecnico Ampere, per verificare le condizioni applicative, mediante le prove funzionali con apparecchiatura portatile, direttamente nei siti in cui dovranno essere installati i sistemi di misura. Durante questa fase verranno rilevate le caratteristiche meccaniche delle tubazioni, la loro ubicazione e verranno concordate le attività che il cliente dovrà svolgere per preparare i collegamenti dei trasduttori, le alimentazioni, le linee telefoniche dedicate alla raccolta dati, e tutte quelle preparazioni logistiche per una buona installazione.
Si definiranno i modelli dei trasduttori e si decideranno le ubicazione dei pozzetti o camerette che eventualmente il cliente dovrà realizzare. Solo dopo questo sopralluogo, potrà essere preparato il materiale e dare inizio alla fornitura.
- 2) Fornitura delle Site Station con i relativi accessori, Master Station e Review Station dotate di appositi software come sopra descritti.
- 3) Preparazione e configurazione (**Segments Topology File Development**)
Nella Master Station e Review Station, verranno caricati i file con le caratteristiche delle vostre tubazioni (diametro, lunghezze, tipi di liquidi, ecc.) con riportate le condizioni idrauliche di funzionamento. Questo software sarà parte integrante del sistema di Leak Detection.
- 4) Intervento per montaggio (**Installation Assistance and System Commissioning**)
Dopo il ricevimento dei materiali e la preparazione dei vari siti, come sopra descritto, i ns. tecnici procederanno con il montaggio dei trasduttori sulle linee, il collegamento dei relativi cavi nelle scatole di giunzione da Voi predisposte e messa in funzione dei vari sistemi di misura. In caso di un elevato numero di misuratori e la loro diversa ubicazione, queste attività verranno concordate e coordinate con il preposto Eni, cercando di ottimizzare i tempi di intervento. Per le tubazioni aeree dovrete predisporre a vostra cura, apposito ponteggio e scale per permettere di accedere in modo agevolato ed in sicurezza le tubazioni interessate.
- 5) Ottimizzazione (**Segment Topology File Optimization**)
Quando tutto il sistema sarà installato, Ampere seguirà a distanza le fasi dei vari pompaggi e procederà con l'ottimizzazione della Master Station, per bilanciare le prestazioni in funzione delle condizioni di esercizio e delle casistiche operative che si verificheranno durante i trasferimenti, assicurando una corretta applicazione delle compensazioni. Pertanto saranno necessari tre trasferimenti per ogni prodotto e per ogni linea. Le varie fasi verranno controllate a distanza tramite una linea telefonica che dovrete predisporre vicino alla Master Station, sarà in grado di colloquiare e seguire le attività di pompaggio provvedendo alla suddetta ottimizzazione.

MASTER STATION

Le stazioni locali (Site Station) 1010DN dislocate lungo l'oleodotto vengono collegate, tramite linee telefoniche e modem dedicati, alla unità centrale di supervisione (Master Station) da collocare in sala controllo, costituita da PC con appropriata memoria, monitor e stampante.

La Master Station è dotata di opportuno software, in grado di sorvegliare il corretto funzionamento dei misuratori locali, analizzare gli eventi idraulici durante le fasi di pompaggio e svolgere le azioni di rilevamento perdite negli oleodotti che fanno parte del sistema.

L'operatore può selezionare nella Master Station le varie videate disponibili: per la gestione dei pompaggi, per il controllo degli allarmi e per la diagnostica del sistema.

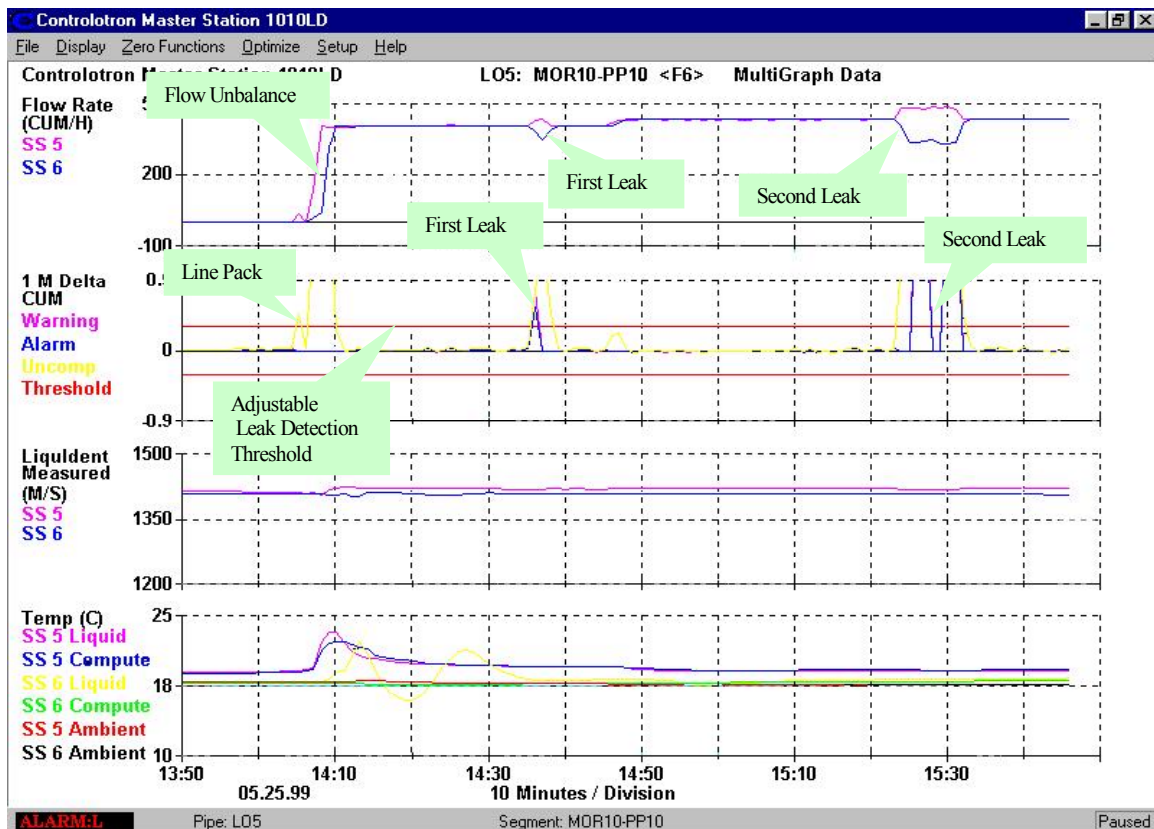
Si possono visualizzare i dati fino alle 72 ore precedenti, mentre quelli antecedenti (fino a due mesi) vengono automaticamente archiviati nell'hard disk del PC.

La Master Station assicura la sorveglianza automatica in base ai valori degli allarmi di perdita che vengono impostati (thresholds) nel topology file, dopo averli concordati con il cliente, sulla base dei risultati dell'ottimizzazione ed in funzione delle condizioni operative/idrauliche.

Il valore tipico degli allarmi corrisponde al 1%...2% della portata massima di esercizio, in funzione dei tempi di integrazione di 1,5,15 e 60 minuti.

La Master Station è in grado di gestire fino a 32 Site Station.

Esempio di una videata



REVIEW STATION (Localizzazione delle perdite)

La Master Station è in grado di rilevare in tempo reale (1 minuto) le eventuali perdite lungo gli oleodotti e permettere all'operatore la gestione del pompaggio. In caso di perdita, l'analisi dei dati registrati dalla Master Station permette la localizzazione del punto in cui la stessa si è verificata. Il file con i dati del pompaggio incriminato, deve essere quindi copiato e caricato nella Review Station, che con l'apposito software, permette di individuare il punto esatto in cui è avvenuta la perdita. In caso di rottura della tubazione infatti, la fuoriuscita del prodotto provoca una perdita di carico (caduta di pressione) che genera un'onda di pressione che si propaga a monte e a valle rispetto al punto della falla. Le Site Station dislocate a monte e a valle dalla falla, sono in grado di rilevare la suddetta onda di pressione, che si propaga all'interno della tubazione trasportata dal prodotto, misurando la variazione della velocità sonica provocata in modo repentino dalla fuoriuscita del prodotto, rispetto alla condizione stabile che si aveva un istante prima dell'evento. Questa sorta di marchiatura della velocità sonica, raggiunge le due Site Station con una differenza di tempo proporzionale alla distanza dal punto in cui si è verificata la perdita. La Review Station analizza la differenza di tempo rilevata dalle Site Station e calcola il punto esatto in cui si è verificata la perdita lungo il segmento di tubazione interessato dall'evento. Per esempio nel caso di una perdita che avviene nel centro del segmento, l'onda di pressione raggiunge simultaneamente le due Site Station.

Esempio di una videata

