

**CENTRALE A CICLO COMBINATO, ALIMENTATA A GAS NATURALE, NEL PORTO INDUSTRIALE DI TRIESTE****TURBINA A VAPORE E AUSILIARI – LISTA DOCUMENTI:**

| Rif. | Numero doc.  | Titolo   |
|------|--|--|
| 1.   | OTV.09.044 rev.0   | Descrizione della turbina a vapore   |
| 2.   | 264W866 rev.0  | Descrizione sistemi ausiliari della turbina a vapore   |
| 3.   | 264T770 rev.0  | Disegno d'assieme del gruppo   |
| 4.   | 264H868 rev.0<br>264H869 rev.0<br>264H870 rev.0<br>264H871 rev.0<br>247H796 rev. C | P&ID Sistemi vapore tenute e drenaggi (fogli 1 & 2)<br>P&ID Sistema olio lubrificazione<br>P&ID Sistema olio di controllo (fogli 1 & 2)<br>P&ID Sistema di Supervisione della turbina<br>Steam Turbine Nomenclature Standard KKS<br>P&ID Graphic Symbols |

**Centrale a ciclo combinato, alimentata a gas naturale,  
nel porto industriale di Trieste**

----

**TURBINA A VAPORE  
PER IMPIANTI A CICLO COMBINATO  
CON RISURRISCALDAMENTO INTERMEDIO**

----

**DESCRIZIONE DELLA TURBINA A VAPORE**

**Documento**

**OTV.09.044 Rev.0**

## INDICE

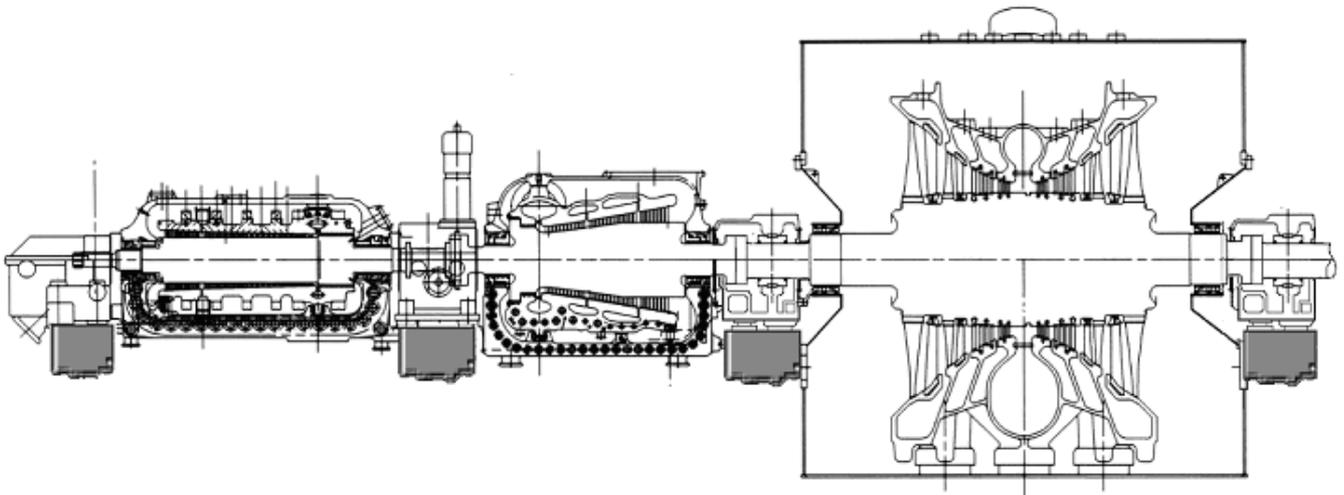
|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Oggetto.....</b>                     | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Valvole.....</b>                     | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>Turbina a vapore .....</b>           | <b>7</b>  |
| <b>4</b> | <b>Manicotti di tenuta.....</b>         | <b>9</b>  |
| <b>5</b> | <b>Palette turbina .....</b>            | <b>11</b> |
| <b>6</b> | <b>Rotori.....</b>                      | <b>12</b> |
| <b>7</b> | <b>Cuscinetti.....</b>                  | <b>12</b> |
| <b>8</b> | <b>Viradore.....</b>                    | <b>14</b> |
| <b>9</b> | <b>Coibentazione della turbina.....</b> | <b>15</b> |

## 1 Oggetto

La turbina a vapore, di seguito descritta nei suoi componenti principali, è del tipo “tandem compound” a tre corpi, il primo costituito dalla sezione di alta pressione (AP), il secondo costituito dalla sezione di media pressione (MP) e il terzo da quella di bassa pressione (BP) a doppio flusso; l’orientamento dello scarico della sezione di bassa pressione è verticale verso il basso.

Gli elementi principali della turbina a vapore sono:

- Casse esterne e interne delle sezioni di AP, MP e BP
- Palettatura del tipo a reazione
- Palette dell’ultimo (L-0) e penultimo (L-1) stadio di BP di tipo forgiato
- Rotori di AP, MP e BP



*Sezione longitudinale*

## 2 Valvole

### 2.1 Valvole vapore principale SH

Il vapore surriscaldato è immesso in macchina tramite una valvola di emergenza e una di regolazione alloggiata in un corpo valvola comune sistemato ad un lato della sezione di AP. Il collegamento con la cassa turbina è realizzato mediante il seggio diffusore della valvola di controllo; la tenuta con la cassa interna è assicurata da una serie di anelli di tenuta

montati tra la sede della cassa interna e l'estremità del seggio; gli anelli, oltre ad assicurare la tenuta, permettono la libera dilatazione termica tra cassa interna ed esterna.

### 2.1.1 Valvola di emergenza principale

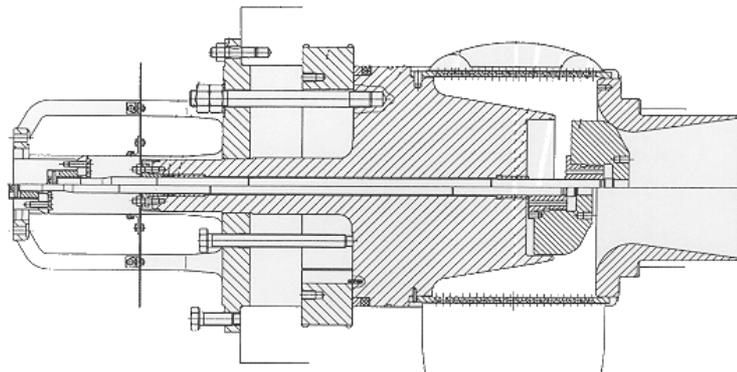
La valvola di emergenza è parte integrante del sistema di protezione della turbina; è aperta dal fluido di attuazione ad alta pressione che contrasta la forza delle molle antagoniste integrate nel servomotore e la spinta del vapore che agisce sul maschio della valvola.

La valvola è dotata di una prevalvola che minimizza la forza necessaria per aprirla. Le molle antagoniste assicurano la sicurezza intrinseca della valvola poiché in caso di blocco della turbina o in mancanza della pressione dell'olio idraulico, la valvola chiude sotto l'azione delle molle.

Un dispositivo d'interblocco elettronico permette di aprire la valvola di emergenza solo quando la valvola di controllo è chiusa.

Durante il funzionamento è possibile effettuare la prova della valvola così da verificare che in caso di necessità possa chiudere velocemente; la prova valvola avviene tramite chiusura parziale della stessa.

La valvola di emergenza è dotata di un filtro vapore, installato per proteggerne gli interni e per salvaguardare la turbina dai danni causati dalle particelle solide.



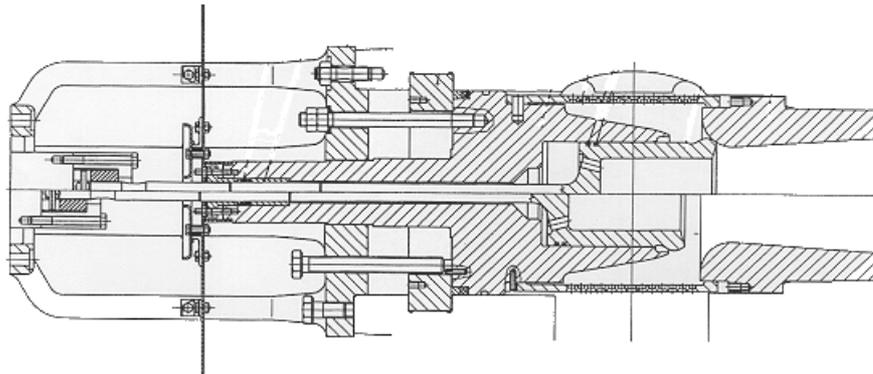
*Valvola emergenza principale*

### 2.1.2 Valvola di controllo

La valvola di controllo ha la funzione di regolare la portata di vapore alla turbina. La valvola è del tipo a seggio singolo bilanciato.

Il servomotore è fornito di un convertitore elettroidraulico che tramuta il segnale proveniente dal regolatore di turbina in segnale di posizionamento della valvola e quindi di corsa del

servomotore. Le molle antagoniste poste nel servomotore stesso assicurano la chiusura rapida della valvola. La forma fluidodinamica del seggio della valvola e la presenza del diffusore a valle dello stesso assicurano, quando questa è completamente aperta, una perdita di carico minima della valvola. La valvola è anche dotata un dispositivo equalizzatore del flusso vapore.

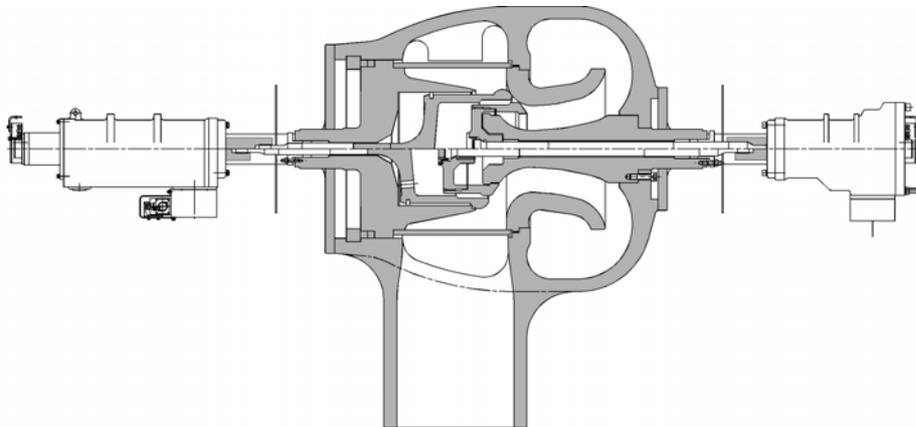


*Valvola di controllo principale*

## 2.2 Valvole combinate di media pressione

Il vapore rissurriscaldato caldo è immesso nella sezione di media pressione tramite due valvole di tipo combinato di emergenza e controllo posizionate sui due lati della cassa esterna di MP e collegate a questa mediante una flangia. La valvola di emergenza e la valvola parzializzatrice hanno servomotori indipendenti.

La valvola di MP è dotata di un dispositivo equalizzatore del flusso vapore che ha anche la funzione di filtro atto a evitare che corpi estranei vengano immessi in macchina e danneggino la palettatura.



*Valvola combinata di media pressione*

### **2.2.1 Valvola di emergenza**

La valvola di emergenza è del tipo aperta/chiusa ed è controllata dal sistema di protezione della turbina. La valvola di emergenza intercetta il vapore quando si verificano condizioni di funzionamento pericolose per la turbina. La valvola di emergenza è del tipo con prevalvola. Nella fase iniziale dell'apertura, con la valvola di controllo ancora chiusa, il servomotore apre la prevalvola così che la camera tra valvola di controllo e valvola di emergenza viene depressurizzata attraverso i fori presenti sul maschio e il servomotore può quindi aprire completamente la valvola con uno sforzo ridotto.

Quando la valvola è completamente aperta, il servomotore tiene premuto il maschio contro la bussola dell'asta evitando le vibrazioni indotte dal vapore nel corpo e nel maschio. La chiusura rapida della valvola di emergenza è attuata da un segnale del sistema di protezione della turbina che svena il fluido di attuazione dal servomotore e le molle antagoniste del servomotore spingono la valvola in chiusura. La chiusura della valvola è agevolata anche dalla pressione del vapore che agisce sul maschio, contribuendo alla completa chiusura della stessa.

### **2.2.2 Valvola di controllo**

Durante il normale funzionamento, le valvole di controllo di MP sono completamente aperte. Nel caso si verificano condizioni operative pericolose per la turbina, le valvole di controllo si chiudono insieme con le valvole di emergenza di MP intercettando il vapore alla macchina.

Le valvole di controllo sono del tipo a pressione bilanciata a singolo sedile e sono disposte a monte delle rispettive valvole di emergenza. L'apertura delle valvole è possibile solo quando le rispettive valvole di emergenza sono aperte. Lo sforzo richiesto ai servomotori per aprire le valvole è minimizzato, essendo la zona tra la sede del maschio a campana e il maschio stesso depressurizzata tramite i fori presenti sul maschio.

I servomotori sono forniti di un convertitore elettroidraulico che tramuta il segnale proveniente dal regolatore turbina in posizionamento della valvola pilota e quindi di corsa del servomotore. La chiusura rapida delle valvole è assicurata dalle molle antagoniste poste nei servomotori e dalla spinta del vapore che agisce sul maschio.

### 2.3 Valvole e filtro riammissione terzo livello

Il vapore prodotto dal livello di bassa pressione del GVR è immesso in turbina attraverso due valvole pneumatiche a farfalla, una con funzione di emergenza ed una con funzione di regolazione; a valle delle valvole a farfalla è installato un filtro a cestello che protegge la palettatura dall'eventuale ingresso di corpi estranei che potrebbero danneggiarla.

A valle del filtro, una tubazione collega il filtro al punto di riammissione in macchina, posto nella cassa esterna di MP in corrispondenza dello scarico di MP.



*Valvola riammissione terzo livello*

## 3 Turbina a vapore

### 3.1 Sezione di Alta Pressione AP

A causa delle alte pressioni e temperature del vapore a cui è sottoposta, la sezione di AP è costituita da una cassa interna e una cassa esterna.

Il vapore è immesso direttamente nella cassa interna attraverso un tubo diffusore; questo tipo di costruzione garantisce che il vapore surriscaldato non possa giungere a contatto con la cassa esterna.

La cassa esterna è composta di due semicasse, una superiore e una inferiore, di acciaio fuso. Le due semicasse sono unite mediante bulloni a serraggio idraulico.

Il collegamento di scarico del vapore RH freddo è posto sulla parte inferiore della cassa.

La cassa interna, che è soggetta ad alte pressioni e temperature del vapore, è di acciaio fuso basso legato, con caratteristiche fisico-chimiche idonee alle alte pressioni e temperature del vapore surriscaldato. La cassa interna è composta di due semicasse che sono accoppiate mediante anelli di serraggio calettati a caldo. Questo tipo di costruzione garantisce la simmetria radiale della cassa interna.

La cassa interna è alloggiata nella cassa esterna inferiore ed è supportata da chiavette di guida che ne garantiscono la libera dilatazione.

La zona d'ammissione del vapore nella cassa interna è del tipo a spirale a 360° e il primo stadio della palettatura è del tipo radiale-assiale. Questa tipologia costruttiva ottimizza l'ingresso del vapore alla palettatura, riducendo le perdite di carico tra la valvola di controllo e la palettatura a reazione a beneficio del rendimento della macchina.

Alle estremità della cassa esterna sono alloggiati le scatole manicotti di tenuta.

Sono inoltre previsti nella sezione di AP:

- opportuni punti di drenaggio nei punti bassi dove, in particolari condizioni operative, si può raccogliere condensa
- aperture flangiate di accesso al rotore per eventuali operazioni di bilanciamento dello stesso

### **3.2 Sezione di media pressione (MP)**

Anche la sezione di media pressione (MP) è caratterizzata da una costruzione di tipo a doppia cassa: una esterna e una interna.

La zona d'ammissione del vapore nella cassa interna è del tipo a semi-spirale e il primo stadio della palettatura è del tipo radiale-assiale. Questa tipologia costruttiva ottimizza l'ingresso del vapore alla palettatura, riducendo le perdite di carico tra la valvola di controllo e la palettatura a reazione a beneficio del rendimento della macchina.

La cassa esterna è composta da due semicasse fuse, superiore e inferiore, di ghisa sferoidale; le due semicasse sono unite, orizzontalmente a livello dell'asse della turbina, mediante bulloni a serraggio idraulico.

La cassa interna è di acciaio fuso basso legato; anch'essa è divisa orizzontalmente a livello dell'asse turbina ed è dotata di flange che sono tenute assieme da bulloni pre-tensionati idraulicamente.

I punti bassi delle casse ove è possibile la formazione di sacche di condensa sono dotati di opportuni sistemi di drenaggio.

I piani di bilanciamento all'estremità del rotore sono accessibili dall'esterno attraverso portelle flangiate, per cui è possibile bilanciare, quando si renda necessario, il rotore senza dover aprire la turbina.

### **3.3 Sezione di bassa pressione (BP)**

I componenti principali della turbina di bassa pressione (BP) a doppio flusso sono la cassa esterna, la cassa interna, il rotore e le tenute.

La cassa esterna ha una struttura saldata. Un sistema di spruzzatori acqua è installato nella metà superiore della cassa esterna e assicura il raffreddamento durante le operazioni a basso carico. Una valvola rompi-vuoto, sistemata sulla parete laterale della cassa esterna, assicura in caso di emergenza un passaggio rapido delle velocità critiche durante la discesa giri.

La cassa interna è ottenuta per fusione ed è divisa orizzontalmente in due metà imbullonate insieme. La cassa interna ha una schermatura termica che serve a mantenere basse le variazioni di temperatura sulla parete esterna e a ridurre le perdite termiche.

## **4 Manicotti di tenuta**

In corrispondenza di ciascuna delle estremità delle casse turbina, un manicotto assolve la funzione di evitare sfuggite di vapore verso l'esterno della macchina quando la stessa è pressurizzata, o rientrate d'aria verso il suo interno nelle zone sotto vuoto o quando la macchina è in avviamento o a basso carico.

La portata di vapore che sfugge tra il manicotto ed il rotore è limitata da un sistema di tenute a labirinto. Ciascuna tenuta è costituita da più settori alloggiati in scanalature circonferenziali a T ricavate nella cassa del manicotto; i settori sono spinti radialmente a battuta da molle, che fanno sì che in caso di strisciamento i settori stessi possano cedere radialmente, limitando così i danneggiamenti dovuti al possibile contatto tra parti rotanti e fisse. Durante il funzionamento l'azione di spinta delle molle, è incrementata dalla pressione del vapore che agisce sulla testa dei singoli settori costituenti gli anelli di tenuta.

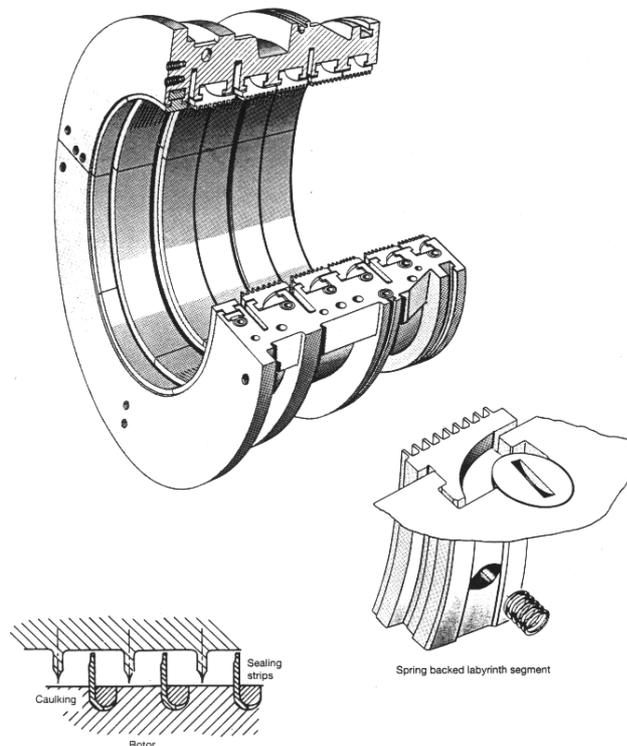
Ciascun manicotto è realizzato in due metà, imbullonate tra loro. Il centramento rispetto alla cassa esterna, è realizzato mediante l'accoppiamento tra l'esterno del manicotto ed il diametro interno dell'alloggiamento della cassa; tale accoppiamento garantisce il centramento relativo nelle direzioni radiale, trasversale e longitudinale. Ogni semianello è

bloccato in mezzeria da una vite antirotazione, che ha anche lo scopo di evitare la fuorisciuta dei vari settori dalla sede durante le operazioni di manutenzione.

La conformazione geometrica delle due superfici affacciate di manicotto e cassa, da luogo a camere anulari, che sono collegate mediante apposite connessioni nella parte inferiore della cassa esterna, al collettore del sistema tenute (per la camera più interna) ed al condensatore vapore tenute (per la camera più esterna).

Per i manicotti con elevata pressione a monte, come sono quelli della sezione di AP, sono previste sui manicotti, camere più interne per il recupero del vapore delle sfuggite a alto contenuto entalpico e del suo riutilizzo in macchina a pressioni più basse. I manicotti delle sezioni di AP e MP sono del tipo a doppio labirinto in quanto sul rotore sono inserite lamine, circonferenziali calafatate, che a parità di lunghezza del manicotto, consentono di raddoppiare il numero di restrizioni riducendo le sfuggite parassite di vapore.

In corrispondenza del manicotto di BP lato scarico il rotore è liscio, e i denti sono realizzati solo sulla parte statorica. Ciò permette di eliminare pericoli di strisciamento assiali tra parti statoriche e rotoriche, nella zona dove si hanno le più alte dilatazioni differenziali.



*Manicotti di tenuta*

## 5 Palette turbina

### 5.1 Palette fisse e mobili

Le palette sono del tipo a reazione ad alto rendimento. Il materiale è X20CrMoV 121.

Le palette mobili, così come quelle fisse, sono realizzate mediante lavorazioni di fresatura a partire da barra. Le palette, che sono del tipo a tettuccio integrale, sono alloggiare all'interno di scanalature circolari ricavate mediante lavorazione meccanica del rotore e delle casse/portapalette. Le sfuggite di vapore tra la sommità delle palette mobili e la cassa interna, e tra la sommità delle palette fisse ed il rotore sono minimizzate per mezzo di un sistema a labirinto ottenuto mediante opportuna profilatura dei tettucci delle palette (fisse e mobili) e strisce di tenuta fissate mediante calafataggio alla porzione di rotore o di cassa affacciata.



*Paletta fissa*



*Paletta mobile*

### 5.2 Palette ultimi stadi

Le palette rotoriche degli ultimi due stadi di bassa pressione sono di materiale forgiato ad alta resistenza; l'ultimo stadio, nel terzo superiore dell'altezza, è inoltre protetto dall'erosione del vapore umido, da indurimento superficiale ad induzione elettrica.

Le palette dell'ultimo stadio sono del tipo "free standing" e come le palette del penultimo stadio hanno l'ancoraggio di tipo assiale; tale soluzione costruttiva, permette in caso di remota necessità, la sostituzione di una singola paletta senza dover smontare l'intera cerchiata o un intero settore.

Le palette statoriche degli ultimi due stadi di bassa pressione sono fuse in ghisa GGG40.



*Paletta ultimo stadio*

## **6 Rotori**

I rotor di Alta Pressione e di Media Pressione sono realizzati a partire da un fucinato monoblocco con giunto d'accoppiamento di tipo integrale.

Il rotore di Bassa Pressione potrà essere di tipo monoblocco, o di tipo saldato in più parti. Le flangie di accoppiamento sono parte integrante del rotore.

In corrispondenza di ciascuna estremità di ciascun rotore è previsto un piano di bilanciamento; questa soluzione permette un agevole intervento di bilanciamento in centrale a macchina chiusa, qualora se ne presentasse la necessità.

Ciascun rotore palettato viene bilanciato in stabilimento alla velocità nominale, e quindi è sottoposto alla prova di sovravelocità al 120% della velocità nominale.

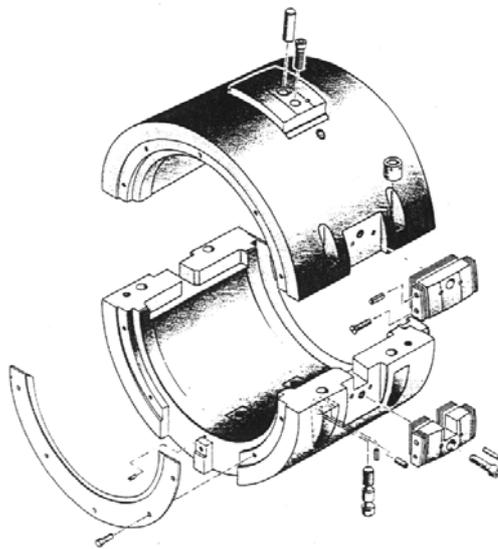
## **7 Cuscinetti**

### **7.1 Cuscinetti portanti**

I cuscinetti portanti sono di tipo compatto; essi sono progettati in modo da ridurre al minimo le perdite per attrito a vantaggio delle prestazioni. Sono cuscinetti di tipo idrodinamico e quindi durante il funzionamento è assente ogni tipo di contatto tra metallo rotore e metallo

antifrizione del cuscinetto. I cuscinetti hanno quindi lunga durata e usura praticamente nulla.

Il cuscinetto è composto da due semigusci, nelle cui parte interna è riportato il metallo antifrizione. I due semigusci sono rigidamente imbullonati tra loro. Il cuscinetto è bloccato nel banchetto mediante pezzotti di serraggio, che sono spessorabili per ottenere il corretto allineamento del cuscinetto. Una spina cilindrica situata nel pezzotto di bloccaggio superiore, impedisce la rotazione del cuscinetto rispetto al suo alloggiamento.



*Cuscinetto portante*

## 7.2 Cuscinetto combinato portante/reggispinta

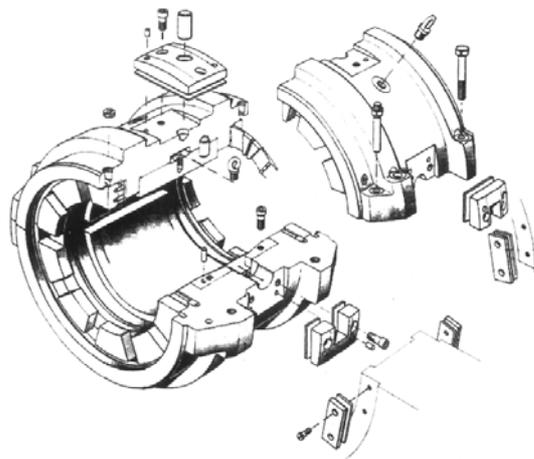
Come i cuscinetti portanti, il cuscinetto combinato portante-reggispinta è di tipo idrodinamico e quindi durante il funzionamento è assente ogni tipo di contatto tra metallo rotore e metallo del cuscinetto. Il cuscinetto ha quindi lunga durata ed usura praticamente nulla.

Il cuscinetto reggispinta può trasmettere la spinta assiale del rotore sia essa positiva o negativa al banchetto di alloggiamento, che a sua volta la scarica sulla fondazione.

Il cuscinetto reggispinta è costituito dal corpo, dai pattini reggispinta supportati da anelli elastici, da un anello intermedio e dal guscio del cuscinetto portante. Il cuscinetto è diviso in due metà unite e bloccate da viti; è fissato nel banchetto tramite bulloni e spine di centraggio e può essere opportunamente centrato nella sede sia assialmente che radicalmente mediante opportuni spessori. L'anello elastico posto sul retro dei singoli pattini

reggispinta assicura l'uniforme distribuzione della spinta assiale su tutti i singoli pattini. L'anello elastico ha inoltre una funzione ammortizzante nel caso si verificano spinte anomale.

Il corretto gioco assiale del cuscinetto è realizzato mediante spessoramento con anelli intermedi.



*Cuscinetto combinato portante/reggispinta*

## 8 Viradore

Quando la turbina viene posta fuori servizio, è molto calda e si può avere una distribuzione di temperatura non omogenea tra le parti inferiori e superiori in quanto le parti inferiori tendono a raffreddarsi più velocemente di quelle superiori. In tali condizioni i rotori tendono a deformarsi verso l'alto, mentre nel caso di fermate prolungate tendono ad inflettersi verso il basso sotto l'effetto del peso proprio. Se la turbina fosse riavviata in tali condizioni si correrebbe il rischio di pesanti strisciamenti tra parti rotanti e parti fisse con conseguenti danneggiamenti della turbina.

La deformazione plastica dei rotori caldi, può essere evitata ponendo, durante i periodi di fermata, i rotori in rotazione costante a bassi giri mediante il viradore.

Il viradore, che è installato sul banchetto cuscinetto intermedio, è composto dal motore elettrico in corrente alternata, dal cinematismo di trasmissione, da un pignone che si va impegnare nella ruota dentata lenta calettata sul rotore.

Il viradore può essere inserito solamente dietro consenso di rotore fermo e di presenza di olio di lubrificazione ai cuscinetti.

In caso di presa giri della macchina, il viradore si disinserisce automaticamente anche nel caso in cui venga lasciato inserito, in quanto la forza inversa esercitata dalla ruota dentata sul pignone mobile lo spinge verso l'esterno. Quando il pignone ha raggiunto la posizione di riposo, un interruttore di fine corsa arresta il motore.

In caso di necessità il viradore può essere ruotato a mano mediante un volantino.

## **9 Coibentazione della turbina**

La coibentazione riduce il flusso termico per convezione e irraggiamento generato dalle differenze di tra le parti calde della turbina e l'ambiente circostante. La coibentazione limita quindi la dispersione termica del macchinario in cui evolve vapore ad alta temperatura e costituisce una protezione per il personale che opera intorno alla turbina.

Durante le fasi di fermata e raffreddamento della macchina, la coibentazione limita il raffreddamento veloce e disuniforme delle parti calde che provocherebbe distorsioni assimetriche e sollecitazioni termiche anomale del metallo.

La temperatura superficiale esterna della coibentazione non deve superare i 50°C.

La coibentazione è del tipo a materassini riutilizzabili costituiti da lana di roccia racchiusa dentro involucri di tessuto.

L'isolamento è costituito da uno o più strati di materassini opportunamente sovrapposti. I materassini sono sistemati senza lasciare camere d'aria tra i vari strati.

I materassini sono fissati ai componenti della turbina per mezzo di bulloni di ancoraggio, avvitati dentro staffe fuse sul pezzo o saldati su dischi speciali, a seconda del materiale del componente da coibentare.

Per prevenire la formazione di polvere e la penetrazione di fluidi (olio lubrificante, olio idraulico od altro) nell'isolamento, i materassini dello strato esterno sono ricoperti da un tessuto di fibra di vetro siliconata.

E' assolutamente vietato l'uso di amianto.

|   |                                 |                                |   |                        |                       |                       |  |                       |              |
|---|---------------------------------|--------------------------------|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|--------------|
| Titolo<br>title   |                                 |                                | Identificativo<br>document no.          |                        |                       |                       | Rev.<br>rev.                                 | Pagina<br>Page        | Di<br>Of     |
| <b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> |                                 |                                | <b>264W866</b>                          |                        |                       |                       | <b>0</b>                                     | <b>1</b>              | <b>17</b>    |
|   |                                 |                                |   |                        |                       |                       | Classe di Riservatezza<br>Confidential Class |                       | 2            |
| Volume N.<br>volume no.   |                                 |                                | Prodotto/Struttura<br>product/structure |                        |                       |                       |  |                       |              |
| Tipo doc.<br>doc. type  | Emittente<br>issued by          | Edizione in lingua<br>language | Derivato da<br>derived from             |                        |                       |                       |  | Rev.<br>rev.          |              |
| DSP   | TVP/VPFS                        | ITA                            | /                                       |                        |                       |                       |  | /                     |              |
| Commessa<br>job no.   | Progetto<br>Project             |                                | Cliente<br>client                       |                        |                       |                       |  |                       |              |
| -   | TRIESTE                         |                                | -                                       |                        |                       |                       |  |                       |              |
| Rev.<br>rev.  | Descrizione<br>kind of revision |                                |   |                        |                       |                       |  |                       |              |
| 0   | Prima emissione                 |                                |   |                        |                       |                       |  |                       |              |
|   |                                 |                                |   |                        |                       |                       |  |                       |              |
|   |                                 |                                |   |                        |                       |                       |  |                       |              |
| 0   |                                 |                                | BCA                                     |                        |                       |                       |  |                       | 20.04.09     |
| Rev<br>rev.   | St.<br>st.                      | Sc.<br>sc.                     | Preparato<br>prepared                   | Controllato<br>checked | Verificato<br>checked | Verificato<br>checked | Verificato<br>checked                        | Approvato<br>Approved | Data<br>date |

|   |  |  |                                |                           |
|---|--|--|--------------------------------|---------------------------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title<br><br><b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | Identificativo<br>document no.<br><br><b>264W866</b> | Rev.<br>rev.<br><br><b>00</b>                | Pagina<br>page<br><br><b>2</b> | Di<br>of<br><br><b>17</b> |
|   |  | Classe di Riservatezza<br>confidential class |                                | <b>2</b>                  |

## SOMMARIO

|   |    |
|---|----|
| 1-Scopo.....  | 3  |
| 2-Sistema vapore principale.....                          | 3  |
| 3-Sistema vapore di tenuta .....                          | 3  |
| 4-Sistema idraulico e olio di lubrificazione .....        | 5  |
| 5-Sistema di controllo e sicurezza.....                   | 8  |
| 6-Protezione potenza inversa o antimotorizzazione.....    | 14 |
| 7-Valvola rompivuoto.....                                 | 14 |
| 8 -Spruzzatori acqua nella cassa di bassa pressione ..... | 14 |
| 9-Sistema di drenaggio .....                              | 15 |
| 10-Sistema supervisione di turbina TSI.....               | 16 |

|   |                                |  |                |           |
|---|--------------------------------|--|----------------|-----------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title                            | Identificativo<br>document no. | Rev.<br>rev.                                 | Pagina<br>page | Di<br>of  |
| <b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | <b>264W866</b>                 | <b>00</b>                                    | <b>3</b>       | <b>17</b> |
|   |                                | Classe di Riservatezza<br>confidential class |                |           |

## 1-Scopo

Questo documento descrive in sintesi i sistemi della turbina a vapore e le interfacce con i sistemi esterni ad essi collegati, dei quali viene fatta una breve descrizione.

Le funzioni menzionate di seguito si riferiscono ai seguenti documenti:

|   |         |
|---|---------|
| P. &I.D. Sistema Controllo e protezioni | 264H870 |
| P. &I.D. Strumenti supervisione turbina | 264H871 |
| P. &I.D. Sistema vapore e drenaggi      | 264H868 |
| P. &I.D. Sistema Olio di lubrificazione | 264H869 |

I codici d'identificazione alfanumerici (secondo KKS) usati in questa descrizione si riferiscono ai componenti e ai circuiti illustrati nei relativi schemi.

MAA12AA001/2 rappresenta MAA11AA001 e MAA12AA002

MAA11/12AA001 rappresenta MAA11AA001 e MAA12AA001

## 2-Sistema vapore principale

La turbina a vapore è del tipo a tre corpi. E' costituita da una turbina di alta pressione MAA10, da una turbina di media pressione MAB10 e da una turbina di bassa pressione MAC10 doppio flusso a scarico verticale verso il basso. Il vapore vivo ad alta pressione entra nella turbina di alta attraverso la valvola d'emergenza MAA12AA001 e la valvola di controllo MAA12AA0011 e si espande nella palettatura della turbina di alta pressione.

Il vapore fuoriesce dalla turbina di alta pressione e ritorna alla caldaia (RH freddo). Il vapore RH caldo entra nella turbina di media pressione MAB10 attraverso le valvole d'emergenza vapore RH MAB11/12AA001 e la valvola di controllo vapore RH MAB11/12AA011.

Il vapore si espande nella palettatura della turbina di media pressione.

Il vapore di bassa pressione entra in prossimità dello scarico della sezione di MP (MAB10) attraverso le valvole a farfalla MAB22AA001 (valvola di stop) e MAB22AA011 (valvola di controllo), attuate entrambe pneumaticamente.

A valle dell'ultimo stadio di media pressione il vapore viene inviato attraverso il condotto di cross-over per poi espandere nella turbina di bassa pressione MAC10.

A valle dalla turbina BP lo scarico (di tipo verticale verso il basso) convoglia il vapore esausto al condensatore.

## 3-Sistema vapore di tenuta

La funzione del sistema vapore di tenuta può essere sintetizzata nel modo seguente:

- Impedisce che l'aria venga aspirata all'interno di quelle parti della turbina che sono sottovuoto (turbina di bassa pressione).
- Impedisce che il vapore dalle tenute albero della turbina di AP e MP sia rilasciato all'interno della sala macchine.

Per realizzare queste due condizioni vengono adottati i seguenti sistemi:

- Sistema vapore di tenuta MAW10/15
- Sistema fughe MAW30

|   |  |                               |  |                           |
|---|--|-------------------------------|--|---------------------------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title<br><br><b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | Identificativo<br>document no.<br><br><b>264W866</b> | Rev.<br>rev.<br><br><b>00</b> | Pagina<br>page<br><br><b>4</b>               | Di<br>of<br><br><b>17</b> |
|   |  |                               | Classe di Riservatezza<br>confidential class | <b>2</b>                  |

### 3.1-Sistema vapore di tenuta MAW10/15

Durante la fermata, le operazioni senza carico o a basso carico della turbina, il vapore che sfugge dai manicotti della turbina di alta pressione e dal manicotto di MP nel sistema MAW10 attraverso le tenute è insufficiente per mantenere la pressione desiderata nel sistema pari a 1.03 bara.

In queste condizioni di funzionamento, per le tenute possono essere utilizzati o il vapore RH freddo o il vapore ausiliario. Con entrambi la portata di vapore è regolata mediante la valvola MAW10AA011. Per ciascuna alimentazione (opportunamente drenata a monte del punto di interfaccia, in ogni condizione di funzionamento) e' prevista una valvola di intercetto motorizzata e una valvola di non ritorno.

Durante il funzionamento, la valvola di intercetto posta sulla linea di alimentazione in quel momento non utilizzata, deve essere chiusa.

Le 2 alimentazioni vengono coltettate a valle delle valvole di non ritorno ed il vapore inviato alla valvola di regolazione MAW10AA011.

Il sistema di regolazione della pressione, mediante la valvola di regolazione sopra citata MAW10AA011 mantiene una certa sovrappressione (1.03 bara) nel sistema MAW10/15. Tale pressione viene misurata dai due trasmettitori MAW15CP002/003.

La valvola di controllo MAW15AA012 scarica il vapore in eccesso direttamente nel condensatore nel caso in cui la pressione del sistema MAW15 sia troppo alta e la valvola di controllo MAW10AA011 sia chiusa.

Nel regolatore di temperatura, la valvola d'iniezione acqua MAW15AA011 e il desurriscaldatore MAW15AH001 sono previsti per consentire il necessario raffreddamento del vapore di tenuta MAW15 per le tenute della turbina di bassa pressione (il valore di set è 200°C). Tale temperatura è misurata dalle termocoppie MAW15CT002/003 .

È previsto un segnale di allarme nel caso in cui la temperatura sia troppo bassa o troppo alta (150 e 250°C).

### 3.2-Sistema fughe MAW30

Questo sistema ha una pressione leggermente inferiore rispetto a quella atmosferica (0.98 bara circa). E' collegato alle camere esterne delle scatole manicotti della turbina. La leggera depressione nel condensatore del vapore di tenuta (MAW30AC001) è creata dagli aspiratori (uno di riserva all'altro) MAW30AN001/AN002. La depressione impedisce che vi siano perdite di vapore dai manicotti all'esterno.

Le sfuggite di vapore e l'aria che arrivano dall'esterno vengono condotti al condensatore del vapore di tenuta. Il vapore è condensato e recuperato nel ciclo termico, mentre l'aria è espulsa all'atmosfera.

### 3.3-Modalità operative di funzionamento:

Le linee di alimentazione del sistema tenute (vapore RHF e vapore ausiliario) devono essere opportunamente drenate in tutte le condizioni operative.

Il sistema tenute viene normalmente messo in servizio utilizzando il vapore ausiliario.

Il sistema tenute può essere messo in servizio solo se la turbina è in rotazione (viraggio).

Le caratteristiche minime che deve possedere il vapore ausiliario per alimentare correttamente il sistema tenute sono:

- pressione: 11 bar;
- temperatura: minimo 20°C di surriscaldamento.

Le operazioni di vuoto al condensatore possono iniziare con sistema tenute in servizio e temperatura

|   |                                |  |                |           |
|---|--------------------------------|--|----------------|-----------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title                            | Identificativo<br>document no. | Rev.<br>rev.                                 | Pagina<br>page | Di<br>of  |
| <b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | <b>264W866</b>                 | <b>00</b>                                    | <b>5</b>       | <b>17</b> |
|   |                                | Classe di Riservatezza<br>confidential class |                |           |

vapore manicotto BP che non si trovi in condizione di allarme per bassa temperatura, cioè temperatura vapore manicotto BP>150°C.

Immediatamente prima che la turbina cominci la presa di giri, e' necessario alimentare il sistema tenuto da vapore RHF; lo switch può avvenire se il grado di surriscaldamento del vapore è di almeno 20°C.

Durante il normale funzionamento a pieno carico il sistema si autoalimenta.

Quando il surriscaldamento del vapore RHF è inferiore ai 20°C (ad esempio durante una fermata) l'alimentazione deve passare da vapore RHF a vapore ausiliario.

Qualora il sistema tenuto non sia in grado di sigillare la turbina, al fine di evitare shock termici dovuti a rientrate dell'aria dai manicotti sotto vuoto, il vuoto al condensatore deve essere rotto.

## 4-Sistema idraulico e olio di lubrificazione

### 4.1-Sistema olio di lubrificazione

Tutte le pressioni olio sotto indicate sono riferite a quota asse turbina.

L'olio di lubrificazione è fornito da una pompa volumetrica MAV11AP011 calettata direttamente sull'asse del turbogruppo e da una pompa ausiliaria MAV11AP021. La pompa ausiliaria è di tipo centrifuga-verticale azionata da un motore elettrico in corrente alternata. In caso di perdita di pressione del circuito di lubrificazione, la pompa ausiliaria viene azionata dai trasmettitori di pressione MAV40CP003/4/5

In qualunque stato della turbina (avviamento, fermata su viradore, a carico), l'olio lubrificante è fornito da una delle due pompe.

In caso di emergenza interviene la pompa olio emergenza azionata dal motore in corrente continua MAV21AP031 che garantisce il raffreddamento e la lubrificazione dei cuscinetti per consentire una sicura discesa di giri della turbina; il suo funzionamento deve essere comunque garantito anche in presenza di un intervento della protezione termica del suo motore.

Due refrigeranti dell'olio di lubrificazione MAV22AC001/2, ciascuno con una capacità del 100%, sono installati per il raffreddamento dell'olio di lubrificazione. I refrigeranti sono collegati in parallelo e hanno una valvola di commutazione. A valle dei refrigeranti la valvola miscelatrice MAV22DT001 (che è direttamente controllata dalla temperatura di uscita olio), controlla la temperatura dell'olio in uscita, al valore costante di 45°C bypassando parte dell'olio oltre i refrigeranti. Quindi l'olio di lubrificazione attraversa un filtro doppio commutabile MAV23AT001. Lo stato del filtro in uso è monitorato tramite un pressostato differenziale MAV23CP001A che a 0.8 bar segnala la necessità di commutare il filtro.

La valvola MAV40DP001 mantiene costante la pressione del sistema a monte dei cuscinetti (1.5 barg).

I refrigeranti e i filtri sono continuamente sfiatati nel serbatoio dell'olio, attraverso opportune linee.

Due estrattori dei vapori d'olio MAV02AN001/AN002 (uno di riserva all'altro) mantengono un leggero vuoto nel serbatoio dell'olio, nelle tubazioni di drenaggio e nei supporti dei cuscinetti. Questo non solo elimina efficacemente i vapori olio dal serbatoio, ma evita anche perdite d'olio oltre le guardie olio dei supporti dei cuscinetti. A monte di ogni estrattore si trova una valvola a farfalla che ha lo scopo di regolare il vuoto nel serbatoio dell'olio di lubrificazione.

I vapori d'olio estratti, prima di essere scaricati all'atmosfera, vengono fatti passare attraverso il separatore MAV02AT002 allo scopo di ridurre i residui d'olio. L'olio condensato viene drenato alla fogna oleosa.

|   |                                |              |                |           |
|---|--------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title                            | Identificativo<br>document no. | Rev.<br>rev. | Pagina<br>page | Di<br>of  |
| <b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | <b>264W866</b>                 | <b>00</b>    | <b>6</b>       | <b>17</b> |
| Classe di Riservatezza<br>confidential class                    |                                |              |                | <b>2</b>  |

L'olio di lubrificazione a monte dei cuscinetti è controllato con tre trasmettitori di pressione MAV40CP003/004/005 le cui uscite sono elaborate in logica 2 su 3 a fini di sicurezza per la turbina e la partenza delle pompe dell'olio di lubrificazione ausiliaria e di emergenza. Se la pressione dell'olio di lubrificazione è inferiore al 60% della pressione nominale o la velocità della turbina è inferiore al 90% della nominale, la pompa dell'olio in stand-by (p.es. MAV21AP021) è attivata immediatamente mentre la pompa dell'olio di lubrificazione d'emergenza MAV21 AP031 con un ritardo di 15 secondi. Se la pressione dell'olio di lubrificazione è inferiore al 40% della pressione nominale, la pompa olio emergenza viene attivata e la turbina viene mandata in blocco.

Il pressostato MAV40CP006 avvia la pompa di emergenza quando la pressione olio di lubrificazione è inferiore al 40% della nominale (pressostato direttamente cablato al quadro avviatore pompa emergenza).

I 3 trasmettitori di livello MAV02CL001/002/003 attivano, in logica 2 su 3, il segnale di allarme e il blocco turbina in caso di basso livello olio nel serbatoio.

#### **4.2-Sistema olio di sollevamento**

I cuscinetti portanti della turbina e del generatore sono alimentati con olio di sollevamento, ad eccezione del cuscinetto MAD10, della turbina di alta pressione. Il sollevamento del rotore durante il funzionamento sul viradore e la presa giri impediscono il contatto metallo-metallo tra cuscinetto e rotore. Ciò riduce considerevolmente il coefficiente di attrito nei cuscinetti e, di conseguenza, la coppia che deve essere esercitata dal viradore.

Il sistema olio di sollevamento MAV50 è usato durante l'avviamento e durante la fermata della turbina a vapore.

La pompa olio di sollevamento MAV50AP001 è posizionata sul serbatoio dell'olio di lubrificazione ed alimentata dal sistema dell'olio di lubrificazione. La pompa è del tipo a pistoni. A valle della pompa, l'olio è portato ai vari cuscinetti in tubi separati. Le valvole per il controllo del flusso sono montate fuori dai supporti dei cuscinetti e consentono un'accurata regolazione del flusso d'olio necessario. L'olio di sollevamento ritorna al serbatoio dell'olio lubrificante attraverso i tubi di drenaggio dell'olio di lubrificazione.

La pompa dell'olio di sollevamento non può essere messa in marcia se la pressione a livello dell'albero turbina è inferiore al 20% del suo valore nominale.

La pompa di sollevamento è in marcia quando la velocità della turbina è inferiore al 90% del suo valore nominale. Se in questo contesto la pressione dell'olio sollevamento, misurata dal trasmettitore MAV50CP002, scende sotto la soglia del 90% del suo valore nominale, allora viene avviata la pompa sollevamento di emergenza MAV50AP001 azionata da un motore in corrente continua.

|   |  |                               |  |                           |
|---|--|-------------------------------|--|---------------------------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title<br><br><b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | Identificativo<br>document no.<br><br><b>264W866</b> | Rev.<br>rev.<br><br><b>00</b> | Pagina<br>page<br><br><b>7</b>               | Di<br>of<br><br><b>17</b> |
|   |  |                               | Classe di Riservatezza<br>confidential class | <b>2</b>                  |

### 4.3-Sistema viradore

Lo scopo del viradore è quello di porre in rotazione il rotore a una bassa velocità costante per assicurare un'adeguata ventilazione che impedisca lo sviluppo di gradienti di temperatura con la conseguente deformazione del rotore e delle casse della turbina.

Il viraggio della turbina viene effettuato:

- prima dello start-up
- durante lo shut-down

Il viratore montato sul supporto cuscinetto reggi spinta MAD20 consiste principalmente nel motore elettrico MAK80AE001, l'ingranaggio, la corona dentata ed il pignone mobile.

Il funzionamento del viradore è necessario prima dell'avviamento, fino alla presa-giri e poi durante la fermata della turbina; in entrambi i casi (prima dell'avviamento e dopo la fermata) il tempo minimo di viraggio dipende dallo stato termico della turbina.

L'inserimento del viradore si ottiene avviando il motore MAK80AE001 e quindi, mediante l'azionamento dell'elettrovalvola MAK80AE005, che comanda l'elettromagnete il quale sganciando il pignone mobile permette l'ingranamento con la corona dentata calettata sul rotore turbina, facendo quindi ruotare la turbina ad una velocità 11 giri/min. Quando si avvia la turbina (run-up) il pignone mobile si disinserisce automaticamente.

### 4.4-Sistema olio di controllo

La cassa dell'olio è di tipo combinato. Questo significa che lo stesso olio viene utilizzato sia per la lubrificazione dei cuscinetti, sia per l'attuazione delle valvole. Per quest'ultimo scopo sono fornite due pompe idrauliche MAX11AP001/002 per alimentare il sistema idraulico. Le pompe sono del tipo a vite con azionamento a corrente alternata. La valvola a pressione costante MAX11DP001 mantiene la pressione di mandata della pompa su un valore costante (40 barg). Normalmente una delle pompe è in funzionamento mentre l'altra è in stand-by. In caso di perdita di pressione nel sistema ( $p < 37$  barg), la seconda pompa è inserita attraverso il trasmettitore di pressione MAX16CP001 e la corrispondente logica del sistema di controllo. Una valvola di test manuale MAX16AA501 è fornita per controllare l'autostart della pompa in stand-by.

Il fluido idraulico viene fatto passare attraverso il filtro doppio MAX13AT001, commutabile manualmente mediante valvole a 3 vie. Lo stato del filtro in uso è monitorato tramite un pressostato differenziale MAX13CP001A che a 0.8 bar segnala la necessità di commutare il filtro.

Un accumulatore a membrana MAX15BB001, precaricato a 27 bar, smorza possibili variazioni di pressione e sopperisce alle pompe durante la commutazione tra le stesse.

A valle dell'accumulatore, l'olio va ad alimentare il sistema di controllo e blocco (attuazione valvole).

Nel caso di intervento del segnale di "fire fighting", proveniente da una zona significativa per il sistema olio turbina, per più di 5 secondi, la turbina viene mandata in blocco, fermate le pompe di attuazione dopodiché l'operatore può fermare dal sala controllo le pompe di lubrificazione e sollevamento, ad eccezione della pompa emergenza, che può essere fermata solo dal quadro locale posto sull'avviatore.

|   |                                |              |                |           |
|---|--------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title                            | Identificativo<br>document no. | Rev.<br>rev. | Pagina<br>page | Di<br>of  |
| <b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | <b>264W866</b>                 | <b>00</b>    | <b>8</b>       | <b>17</b> |
| Classe di Riservatezza<br>confidential class                    |                                |              |                | <b>2</b>  |

## 5-Sistema di controllo e sicurezza

(Nota: tutti gli elementi mostrati nello schema sono rappresentati nella posizione diseccitata (per le elettrovalvole) o depressurizzata (per le valvole idrauliche)).

I sistemi di controllo e sicurezza controllano e proteggono il turbogruppo.

Il sistema di controllo lavora sul principio elettro-idraulico, vale a dire le funzioni di controllo vengono realizzate elettronicamente. Le variabili di controllo per l'apertura delle valvole sono segnali elettrici che vengono convertiti in forze idrauliche da convertitori elettroidraulici. Ciascuna valvola di controllo della turbina ha un suo convertitore elettro-idraulico (valvole indipendenti). I valori reali dei parametri di processo sono acquisiti con trasduttori di misura che trasmettono segnali elettronici standardizzati ai dispositivi di controllo.

Le funzioni principali del sistema di blocco sono quelle di proteggere il turbogruppo da possibili danni che possono verificarsi in conseguenza di condizioni di funzionamento non accettabili. Queste funzioni principali sono realizzate idraulicamente in base al principio "fail-safe", vale a dire la pressione idraulica apre, la forza della molla chiude. La maggior parte dei blocchi viene attivata elettronicamente.

### 5.1-Sistema blocco turbina S90

Il sistema blocco funziona in base alla logica binaria e ha solo due stati operativi: 'off' e 'on' vale a dire mancanza di pressione del fluido idraulico e pressione totale.

#### 5.1.1-Caratteristiche del sistema blocco

Sistema di blocco in logica 2 su 3.

Tutti i blocchi agiscono direttamente su tre elettrovalvole MAX43AA111/112/113 che sono collegate idraulicamente in modo tale che la turbina venga scattata solo dopo che sono state diseccitate almeno due delle tre elettrovalvole d'emergenza.

La valvola d'emergenza principale MAA12AA001 e le valvole d'emergenza vapore RH MAB11/12AA001 sono controllate attraverso l'unità di blocco centrale MAX43/44 e il relativo sistema idraulico centrale MAX51. Se questo sistema è depressurizzato, le valvole d'emergenza si chiudono sotto la forza della molla (principio fail-safe). Viceversa, se il sistema è pressurizzato, le valvole di emergenza si aprono su azione idraulica.

Ciascun attuatore delle valvole di controllo è fornito di un convertitore elettro-idraulico che è alimentato dal sistema blocco centrale (fail-safe).

Il sistema di blocco turbina (S90) può essere testato come mostrato in seguito.

Le valvole di controllo e d'emergenza possono essere testate individualmente.

La logica 2 su 3 è a tolleranza di guasti, vale a dire un singolo guasto non causa un blocco della turbina. Il canale difettoso può essere riparato durante il normale funzionamento per cui la disponibilità è considerevolmente superiore rispetto a quella della logica 1 su 2. La logica 2 su 3 è implementata nella parte idraulica che consente il controllo dell'intera catena blocco. Un ulteriore vantaggio della logica 2 su 3 è che non sono necessari ulteriori componenti, quali, per esempio, relè di separazione per il test del sistema blocco.

#### 5.1.2-Collegamento del sistema di controllo elettro-idraulico

Al fine di aumentare la sicurezza, sono previsti due collegamenti indipendenti al sistema di controllo elettro-idraulico della turbina:

- Un collegamento idraulico diretto attraverso il sistema blocco per l'alimentazione dei

|   |  |                               |  |                           |
|---|--|-------------------------------|--|---------------------------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title<br><br><b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | Identificativo<br>document no.<br><br><b>264W866</b> | Rev.<br>rev.<br><br><b>00</b> | Pagina<br>page<br><br><b>9</b>                               | Di<br>of<br><br><b>17</b> |
|   |  |                               | Classe di Riservatezza<br>confidential class<br><br><b>2</b> |                           |

convertitori elettroidraulici MAA12AU031 e MAB11/12AU031. Con un sistema blocco "a mancanza" di pressione anche le valvole di controllo vengono chiuse attraverso i convertitori elettroidraulici.

- Un collegamento elettro-idraulico attraverso i pressostati MAX44CP001/002/003 nel sistema blocco, che risponde nel caso in cui il sistema blocco sia depressurizzato (pressione minore di 21 bar). Nella corrispondente parte del dispositivo di controllo elettronico della turbina, il segnale di azionamento per i convertitori elettroidraulici diventa zero. Le valvole di controllo sono chiuse e il dispositivo di controllo della turbina è settato sullo zero.

## 5.2-Sistema di controllo turbina

Il progetto e il principio operativo di dettaglio del dispositivo di controllo elettronico della turbina a vapore sono descritti in istruzioni separate (Descrizione del Sistema di Controllo Turbina a Vapore).

## 5.3-Componenti idraulici del sistema di controllo e sicurezza

### 5.3.1-Unità di blocco 2 su 3 MAX43

L'unità di blocco 2 su 3 MAX43 è l'elemento di collegamento tra il sistema di controllo elettronico e quello idraulico. I segnali di blocco sono trasmessi alle elettrovalvole di blocco MAX43AA111/112/113. Come già detto, la logica 2 su 3 è implementata nella parte idraulica dell'unità.

Per attivare il blocco di una turbina, la linea MAX51BR069 deve essere depressurizzata attraverso un amplificatore di drenaggio MAX44AA011. Ciò è realizzato depressurizzando il sistema attraverso due dei tre amplificatori di drenaggio MAX43AA121/122/123 che sono parte dei corrispondenti canali di blocco.

Se, per esempio, l'elettrovalvola d'emergenza MAX43AA112 si blocca, l'olio fornito dal sistema idraulico è scaricato nel serbatoio attraverso la valvola manuale MAX43AA512. Ciò fa spostare l'amplificatore di drenaggio MAX43AA122 nella posizione di depressurizzazione. Tuttavia il MAX51BR001 è ancora pressurizzato. Se a questo punto, per esempio, anche l'elettrovalvola d'emergenza MAX43AA111 si blocca, il corrispondente amplificatore di drenaggio MAX43AA121 si muove nella posizione di depressurizzazione e consente all'olio di ritornare al serbatoio attraverso il MAX43AA122 e il MAX43AA121. Questo effetto combinato fa in modo che l'amplificatore di drenaggio MAX44AA011 drena la linea MAX51BR001 nel serbatoio. La turbina è scattata.

L'amplificatore di drenaggio MAX44AA011 aumenta la capacità di drenaggio dell'unità di blocco 2 su 3. E' il cosiddetto relè idraulico a scatto rapido. A causa delle sue caratteristiche, l'amplificatore di drenaggio è un elemento sicuro privo di malfunzionamenti e può, perciò, non essere controllato durante il funzionamento.

### 5.3.2-Valvola di sequenza MAX44AA001

L'uscita dell'unità di blocco 2 su 3 è collegata con la valvola di sequenza MAX44AA001 che consente l'uso del cosiddetto "sistema a 2 tubi". Ciò significa che il sistema blocco idraulico è al momento combinato con il sistema di alimentazione idraulico.

I vantaggi del sistema a 2 tubi sono:

- Meno possibilità di perdite.
- Manutenzione più semplice.
- Accesso più facile ai componenti idraulici.

|   |  |                               |  |                           |
|---|--|-------------------------------|--|---------------------------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title<br><br><b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | Identificativo<br>document no.<br><br><b>264W866</b> | Rev.<br>rev.<br><br><b>00</b> | Pagina<br>page<br><br><b>10</b>              | Di<br>of<br><br><b>17</b> |
|   |  |                               | Classe di Riservatezza<br>confidential class | <b>2</b>                  |

La valvola di sequenza MAX44AA001 ha quattro posizioni. La posizione "1" illustrata nel P&ID si applica quando la turbina a vapore è scattata. In questo caso, il sistema blocco delle valvole della turbina (MAX51BR001) può essere alimentato con l'olio idraulico attraverso l'orifizio MAX44BP003 ma è scaricato allo stesso tempo nel serbatoio dalla valvola MAX44AA001. La valvola MAX44AA001 mantiene questa posizione quando la turbina è scattata poiché il suo sistema pilota, che è alimentato dall'orifizio MAX44BP001, è scaricato attraverso la valvola di non ritorno MAX44AA052 nel sistema MAX51.

Quando la turbina a vapore è riarmata, gli amplificatori di drenaggio MAX43AA121/122/123 si chiudono e il sistema MAX51 è pressurizzato attraverso l'orifizio MAX44BP02 e l'amplificatore di drenaggio MAX44AA011. Poiché la pressione del sistema aumenta, il sistema pilota della valvola di sequenza MAX44AA001 non può essere scaricato attraverso la valvola di non ritorno MAX44AA052. Ciò fa sì che il pistone della MAX44AA001 si sposti lentamente verso sinistra nella posizione "2", chiudendo la via di drenaggio del sistema MAX51BR001 nel serbatoio e il sistema sia riempito attraverso l'orifizio MAX44BP003. Il pistone della valvola di sequenza si sposta a questo punto nella posizione "4" e apre ulteriori vie di drenaggio per consentire il riempimento dell'intera unità di blocco 2 su 3 con il flusso. Durante il normale funzionamento della turbina il pistone della valvola di sequenza MAX44AA001 è nella sua posizione di estrema sinistra "3" e consente l'alimentazione diretta del flusso idraulico dalla pompa idraulica nel sistema blocco.

Poiché il pistone della valvola di sequenza non si muove mentre la turbina è in funzionamento normale, la valvola di sequenza MAX44AA001 deve essere controllabile durante il funzionamento. La valvola è controllata togliendo la tensione a una delle tre elettrovalvole d'emergenza. Se, per esempio, togliamo tensione all'elettrovalvola MAX43AA112, l'amplificatore di drenaggio MAX43AA122 si sposta nella sua posizione di depressurizzazione e provoca, attraverso la valvola di sequenza e la valvola di non ritorno MAX43AA163, una caduta di pressione nel sistema pilota della valvola di sequenza (sistema tra la valvola di non ritorno MAX44AA052 e l'orifizio MAX44BP001). Il pistone della valvola di sequenza si sposta nella posizione di destra "4" restringendo il flusso dal sistema pilota al serbatoio attraverso la valvola di sequenza e la valvola di non ritorno MAX43AA163. Dopo una certa corsa del pistone, la pressione nel sistema pilota si stabilizza; il pistone ha effettuato una corsa parziale che è indicata dal fine corsa MAX44CG001.

|   |                                |  |                |           |
|---|--------------------------------|--|----------------|-----------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title                            | Identificativo<br>document no. | Rev.<br>rev.                                 | Pagina<br>page | Di<br>of  |
| <b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | <b>264W866</b>                 | <b>00</b>                                    | <b>11</b>      | <b>17</b> |
|   |                                | Classe di Riservatezza<br>confidential class |                |           |

### 5.3.3-Valvola di controllo MAA12AA011

(Nota: la seguente descrizione si riferisce alla valvola di controllo MAA12AA011 ma si applica anche alle altre valvole di controllo.)

La valvola di controllo della turbina a vapore MAA12AA011 è una valvola a sedgio. La parte interna della valvola è circondata da un filtro per migliorare la distribuzione di flusso del fluido e per proteggere la valvola dai corpi estranei. La valvola è azionata da un attuatore controllato idraulicamente che funziona in base al principio fail-safe: la pressione idraulica apre, la forza della molla chiude. L'attuatore delle valvole di controllo è fornito di una valvola proporzionale a funzionamento elettro-idraulico veloce MAA12AU031 che controlla il flusso idraulico nel pistone di potenza dell'attuatore attraverso un amplificatore di drenaggio del tipo valvola a disco MAA12AA041. La valvola a disco funziona come una valvola "apri/chiudi" con tempi di corsa estremamente brevi. Se una variazione prestabilita del segnale di comando in chiusura viene superata, la valvola a disco si apre e la valvola di controllo si chiude con la velocità limite. Per interrompere lo spostamento dell'attuatore della valvola di controllo in una posizione intermedia predefinita, viene usato un analogo dispositivo di controllo della posizione. Fino a che la variazione predefinita non viene superata la valvola non si apre e il flusso idraulico verso il pistone di potenza è controllato esclusivamente dalla valvola proporzionale. Il trasmettitore di posizione MAA12CG011 della valvola e il trasmettitore di posizione MAA12CG031 del convertitore elettro-idraulico riportano i segnali di posizione al dispositivo di controllo di posizione della valvola allo scopo di chiudere il circuito di controllo. In caso di blocco d'emergenza la valvola a disco integrato MAA12AA041 viene aperta direttamente dal sistema di alimentazione idraulica depressurizzato. Questo assicura che le valvole di controllo si chiudano velocemente in caso di blocco.

### 5.3.4-Valvole d'emergenza MAA12AA001

(Nota: la seguente descrizione si riferisce alla valvola di emergenza MAA12AA001 ma si applica anche alle altre valvole di emergenza.)

La valvola di emergenza MAA12AA001 è una valvola a sedgio singolo bilanciato, azionata da un attuatore idraulico con pilota a singolo controllo, il quale consente due sole posizioni di aperto o chiuso. La valvola funziona in base al principio fail-safe: la pressione idraulica apre, la forza della molla chiude. Il comando è effettuato da una valvola a disco MAA12AA005 che agisce come un amplificatore di drenaggio nel caso di blocco d'emergenza e assicura un tempo di chiusura IN MENO di 0.2 secondi.

L'elettrovalvola MAA12AA501A/B a bobina doppia è prevista anche per la realizzazione della prova di tenuta valvola.

### 5.3.5-Valvola di Stop MAB22AA001

La valvola di emergenza MAB22AA001 posta sull'ingresso vapore di bassa pressione è del tipo a farfalla ed è comandata da un attuatore pneumatico a semplice effetto. Il sistema è a sicurezza intrinseca in quanto in mancanza d'aria la valvola di emergenza si chiude a causa della spinta della molla.

L'ingresso dell'aria di comando nell'attuatore avviene mediante 2 valvole a solenoide (MAB22AA151A/B). La doppia valvola garantisce maggiore sicurezza, poiché nel caso sia necessario chiudere la valvola di emergenza, è sufficiente che una delle 2 valvole funzioni per consentire lo scarico dell'aria dall'attuatore.

Una terza valvola a solenoide (MAB22AA151C) di prova, in parallelo alle due di cui sopra, ha una

|   |  |                               |                                 |                           |
|---|--|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title<br><br><b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | Identificativo<br>document no.<br><br><b>264W866</b> | Rev.<br>rev.<br><br><b>00</b> | Pagina<br>page<br><br><b>12</b> | Di<br>of<br><br><b>17</b> |
| Classe di Riservatezza<br>confidential class  |  |                               | <b>2</b>                        |                           |

duplice funzione:

- Verificare che la valvola di emergenza non sia bloccata in posizione di apertura (prova corsa valvola).
- Scaricare l'aria dall'attuatore per effettuare la prova di tenuta della valvola di emergenza a turbina ferma (prova tenuta valvola).

### 5.3.6-Valvola di Controllo MAB22AA011

La valvola di regolazione MAB22AA011 posta sull'ingresso vapore di bassa pressione è di tipo a farfalla, azionata da un attuatore pneumatico a semplice effetto, a sicurezza intrinseca come quello della valvola di emergenza. L'ingresso dell'aria nell'attuatore avviene attraverso le 2 valvole MAB22AA152A/B, disposte in serie. Il posizionatore della valvola di regolazione riceve dal sistema di controllo un segnale 4÷20 mA che regola la corsa dell'otturatore della valvola.

## **5.4-Sistemi di prova**

Di regola, tutte le parti importanti per la sicurezza del sistema di blocchi che sono statici durante il funzionamento della turbina devono essere provati ad intervalli predefiniti. Ci sono eccezioni rappresentate dagli amplificatori di drenaggio delle valvole di controllo e di blocco e dall'amplificatore di drenaggio MAX44AA011. Questi elementi sono le cosiddette valvole a disco e la loro forma speciale consente di considerarle come "parti di sicurezza".

### 5.4.1-Prova dei canali di blocco

(Nota: la seguente descrizione si riferisce al canale 1 ma si applica anche agli altri due canali.)

Quando la prova viene iniziata l'elettrovalvola d'emergenza MAX43AA111 viene diseccitata. Ciò provoca uno spostamento dell'amplificatore di drenaggio nella sua posizione depressurizzata. Il sistema pilota della valvola di sequenza è parzialmente depressurizzato attraverso la valvola di non ritorno MAX43AA162 e la valvola di sequenza si muove nella posizione di corsa intermedia. Il limit switch MAX44CG001, rilevando la posizione di corsa parziale, è usato come segnale di ritorno che indica che la prova ha avuto esito positivo.

Con questa prova vengono testati i seguenti elementi:

- Elettrovalvola di blocco MAX43AA111
- Amplificatore di drenaggio MAX43AA121
- Valvola di sequenza MAX44AA001

Una valvola di isolamento manuale MAX43AA511 consente l'isolamento dell'elettrovalvola d'emergenza MAX43AA111 dall'alimentazione del fluido idraulico. Ciò rende possibile la sostituzione dell'elettrovalvola d'emergenza senza fermare la turbina.

La prova dei tre canali di blocco del S90 viene effettuata una volta al mese.

### 5.4.2-Prova reale di sovravelocità

La descrizione della prova reale di sovravelocità è contenuta nel documento "Descrizione STCS"

La prova della sovravelocità viene effettuate una volta all'anno o dopo una revisione.

## **5.5-Operazioni di controllo per il sistema di attuazione**

La valvola di stop sul vapore principale deve essere sottoposta periodicamente a due prove: test di corsa parziale e test di tenuta.

Le valvole di stop sul vapore RH caldo devono essere sottoposte periodicamente a due prove: test di corsa totale e test di tenuta.

|   |  |                               |  |                           |
|---|--|-------------------------------|--|---------------------------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title<br><br><b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | Identificativo<br>document no.<br><br><b>264W866</b> | Rev.<br>rev.<br><br><b>00</b> | Pagina<br>page<br><br><b>13</b>              | Di<br>of<br><br><b>17</b> |
|   |  |                               | Classe di Riservatezza<br>confidential class | <b>2</b>                  |

#### Prova di corsa parziale valvola di stop MAA12AA001

La prova avviene tramite una sequenza di test automatica richiamata a video dall'operatore.

Le prove devono essere effettuate con la turbina in funzione e quindi con le valvole di stop inizialmente spalancate.

La sequenza del test della valvola di stop del vapore principale MAA12AA001 prevede l'energizzazione del solenoide MAA12AA502 in modo da svuotare parzialmente il servomotore dall'olio e quindi provocare una parziale chiusura della valvola; questo movimento viene segnalato dal trasmettitore di posizione MAA12CG001 che acconsente la de-energizzazione del solenoide MAA12AA502 e quindi la completa riapertura della valvola sotto test MAA12AA001. Questa sequenza deve avvenire entro 10 secondi, in caso contrario si genera un allarme e bisogna fermare la turbina entro 6 ore.

Questo test deve essere effettuato una volta al mese.

Altre indicazioni sono sul documento "Descrizione STCS".

#### Prova di corsa totale valvole di stop MAB12AA001

(NOTA: la seguente descrizione si riferisce alla valvola di emergenza MAB12AA001 ma si applica anche alla valvola MAB11AA001)

La prova avviene tramite una sequenza di test automatica richiamata a video dall'operatore.

Le prove devono essere effettuate con la turbina in funzione e quindi con le valvole di stop inizialmente spalancate.

La sequenza del test della valvola di stop del vapore principale MAB12AA001 prevede l'energizzazione ad impulso del solenoide MAB12AA501A in modo da svuotare il servomotore dall'olio e quindi provocare la chiusura della valvola; questo movimento viene segnalato dal trasmettitore di posizione MAB12CG001 che acconsente l'energizzazione del solenoide MAB12AA501B e quindi la completa riapertura della valvola sotto test MAB12AA001. Questa sequenza deve avvenire entro 20 secondi, in caso contrario si genera un allarme e bisogna fermare la turbina entro 6 ore.

Questo test deve essere effettuato una volta al mese.

Altre indicazioni sono sul documento "Descrizione STCS".

#### Prova di tenuta valvole di stop

(NOTA: la seguente descrizione si riferisce alla valvola di emergenza MAA12AA001 ma si applica anche alle altre valvole di emergenza: MAB11/12AA001)

Anche questa prova è realizzata tramite una sequenza automatica richiamata a video dall'operatore.

Con turbina in viraggio e macchina armata si energizzano impulsivamente i solenoidi MAA12AA501A e MAB11/12AA501A con chiusura delle valvole di stop MAA12AA001 e MAB11/12AA001, contemporaneamente vengono aperte lentamente spalancarle le valvole di controllo. Il test è condotto con successo se, con il minimo carico di caldaia la velocità della turbina non supera il 5% della nominale. Durante il test, l'operatore deve porre la massima attenzione e verificare la velocità della turbina; nel caso in cui la velocità superasse la soglia del 5% l'operatore manderà in blocco la turbina. Nel caso il test venga superato si chiudono le valvole di controllo e si energizzano impulsivamente i solenoidi MAA12AA501B e MAB11/12AA501B per riaprire le valvole di stop.

Questo test si effettua una volta all'anno o dopo la revisione delle valvole.

Altre indicazioni sono sul documento "Descrizione STCS".

|                                      |                                |  |                |           |
|--------------------------------------|--------------------------------|--|----------------|-----------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title | Identificativo<br>document no. | Rev.<br>rev.                                 | Pagina<br>page | Di<br>of  |
| <b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI</b> | <b>264W866</b>                 | <b>00</b>                                    | <b>14</b>      | <b>17</b> |
| <b>DELLA TURBINA A VAPORE</b>        |                                | Classe di Riservatezza<br>confidential class |                | <b>2</b>  |

## 6-Protezione potenza inversa o antimotorizzazione

Il sistema di protezione del generatore normalmente è dotato di due relè di potenza inversa ridondanti. Essi proteggono la turbina da danni nel caso in cui non vi sia flusso di vapore attraverso di essa e il generatore funzioni come un motore. Entrambi i relè di potenza inversa agiscono su due bobine di blocco dell'interruttore del generatore ed aprono l'interruttore del generatore con un certo ritardo quando invertono il loro senso.

Quando la turbina è scattata, i relè di potenza inversa aprono l'interruttore del generatore con un ritardo di un secondo.

Quando la turbina non è scattata, i relè di potenza inversa aprono l'interruttore del generatore con un ritardo di 15 secondi. Questo ritardo impedirà l'apertura dell'interruttore del generatore in caso di controllo transitorio (per esempio durante la sincronizzazione del generatore).

## 7-Valvola rompivuoto

Il sistema rompivuoto ha la funzione di rompere completamente il vuoto in caso di emergenza. Tale intervento provoca un effetto frenante sul rotore che permette di attraversare velocemente le velocità critiche. Il sistema può essere attivato dal momento in cui la velocità di rotazione è inferiore al 50% di quella nominale. Per rompere il vuoto, la valvola rompivuoto MAC10AA021 deve essere aperta manualmente dall'operatore in sala controllo.

Con l'apertura della valvola l'aria entra all'interno del collo del condensatore con conseguente aumento della pressione. La pressione al condensatore viene rilevata da tre trasmettitori di pressione MAC10CP001/2/3.

Il sistema rompivuoto non è attivabile quando la turbina sta operativa a carico nominale, ciò al fine di evitare di sottoporre l'ultimo stadio della palettatura a eccessive vibrazioni.

## 8 -Spruzzatori acqua nella cassa di bassa pressione

Al fine di impedire il surriscaldamento dovuto alla ventilazione, viene introdotta dell'acqua nella cassa di BP della turbina, la quale assorbe il calore di ventilazione grazie alla sua evaporazione.

L'immissione di acqua assicura un efficace raffreddamento senza dover spruzzare acqua direttamente sulla palettatura, con il rischio di fenomeni erosivi.

La valvola d'immissione dell'acqua MAC80AA001 viene tenuta aperta quando la velocità della turbina è sopra il 50% e il carico della turbina è inferiore al 10%, o quando la temperatura del vapore in uscita dalla turbina BP, rilevata dalla termocoppia MAC10CT001 è superiore di 85°C; la valvola viene chiusa quando la temperatura è minore di 75°C.

|   |                                |  |                |          |
|---|--------------------------------|--|----------------|----------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title                    | Identificativo<br>document no. | Rev.<br>rev.                                 | Pagina<br>page | Di<br>of |
| DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br>DELLA TURBINA A VAPORE | 264W866                        | 00   | 15             | 17       |
|   |                                | Classe di Riservatezza<br>confidential class |                |          |

## 9-Sistema di drenaggio

### 9.1-Generale

Il sistema di drenaggio ha le seguenti funzioni:

- Eliminare il vapore condensato per proteggere la turbina dai danni dovuti all'acqua ed impedire colpi d'ariete nelle tubazioni.
- Riscaldare le casse e le tubazioni.
- Mantenere le temperature costanti in modo che non si verifichi condensazione durante il funzionamento e non si verifichino eccessive sollecitazioni termiche durante l'avviamento.

### 9.2-Classificazione dei drenaggi

In base ai punti drenati, i drenaggi possono essere definiti come segue:

- **Drenaggi di avviamento:** hanno lo scopo, come dice il nome, di eliminare il condensato raccolto durante l'avviamento. Questi drenaggi sono controllati pneumaticamente. Sono aperti durante l'avviamento fino a che l'unità non abbia raggiunto un carico elettrico del 15%. I drenaggi del vapore BP (MAL26 e MAL29) restano aperti fino a che il carico elettrico non raggiunge il 15% e l'apertura della valvola MAB22AA011 (valvola di controllo vapore BP) non è superiore al 10%.
- **Drenaggi continui:** Eliminazione dell'acqua raccolta durante la condensazione continua durante il normale funzionamento della macchina; questi drenaggi sono muniti di orifizio.

| Drenaggi   | Funzione   | Attuazione |
|------------|------------|------------|
| MAL11AA201 | Avviamento | Pneumatica |
| MAL12AA201 | Avviamento | Pneumatica |
| MAL24AA201 | Avviamento | Pneumatica |
| MAL25AA201 | Avviamento | Pneumatica |
| MAL26AA201 | Avviamento | Pneumatica |
| MAL27AA201 | Avviamento | Pneumatica |
| MAL28AA201 | Avviamento | Pneumatica |
| MAL55      | Continuo   | -          |
| MAL56      | Continuo   | -          |
| MAL57      | Continuo   | -          |

|   |                                |              |                |           |
|---|--------------------------------|--------------|----------------|-----------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title                            | Identificativo<br>document no. | Rev.<br>rev. | Pagina<br>page | Di<br>of  |
| <b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | <b>264W866</b>                 | <b>00</b>    | <b>16</b>      | <b>17</b> |
| Classe di Riservatezza<br>confidential class                    |                                |              |                | <b>2</b>  |

## 10-Sistema supervisione di turbina TSI

La turbina ed il generatore devono essere monitorati per assicurare che l'unità funzioni correttamente in sicurezza in tutte le condizioni di esercizio.

Il sistema di supervisione TSI consiste nel monitoraggio continuo delle grandezze che indicano sbilanciamenti dei rotori, dilatazioni termiche anomale ed eccessivi spostamenti assiali tra parti fisse e rotanti.

Per quanto scritto, il sistema di supervisione è un valido aiuto per la gestione del macchinario in quanto minimizza le possibilità di funzionamento pericoloso, ottimizza la disponibilità dell'impianto permettendo di eseguire lavori di manutenzione solo sui macchinari che lo richiedono, riduce i costi operativi minimizzando gli shutdown non pianificati.

In particolare le misure acquisite dal TSI sono:

- Vibrazioni relative rotore misurate su ogni cuscinetto
- Dilatazioni differenziali per ogni corpo turbina
- Posizione assiale rotore (usura cuscinetto reggi spinta)
- Riferimento di fase per vibrazioni
- Dilatazione assoluta turbina

La sensoristica utilizzata per misurare le grandezze sopra elencate è di seguito illustrata.

### 10.1-Vibrazioni relative del rotore

Le vibrazioni relative rotore sono rilevate tramite due sensori induttivi no-contact (pick-up) posti a 90° tra loro e a 45° dall'asse verticale, fissati sul cappello del cuscinetto. Le misure elaborate in logica 1 su 1 danno un segnale di allarme e blocco turbina. Questi sensori misurano una tensione di gap e convertono tale valore in una misura proporzionale.

### 10.2-Dilatazioni differenziali rotore - cassa

Le dilatazioni differenziali sono misurate tramite due sensori induttivi no-contact che leggono lo spostamento del rotore rispetto alla cassa turbina alla quale sono fissati; un sensore legge su una superficie conica e l'altro su una piana dell'albero, così facendo il primo ha un intervallo di lettura amplificato per il seno dell'angolo del cono, il secondo valuta lo spostamento verticale del rotore dovuto all'azione del sollevamento; una differenza è calcolata fra le due misure in modo da eliminare il contributo dello spostamento verticale; la misura così valutata fornisce un segnale di allarme.

### 10.3-Spostamento assiale del rotore

La posizione assiale del rotore indica l'usura del reggispinga; questa misura è rilevata da tre sensori induttivi no-contact; le misure sono elaborate in logica 2 su 3 e danno un segnale di allarme e blocco turbina.

### 10.4-Dilatazione assoluta turbina

La dilatazione assoluta della turbina viene misurata da un trasmettitore di posizione a stelo di tipo

---

|   |  |  |                                 |                           |
|---|--|--|---------------------------------|---------------------------|
| Progetto / Titolo<br>Project / title<br><br><b>DESCRIZIONE SISTEMI AUSILIARI<br/>DELLA TURBINA A VAPORE</b> | Identificativo<br>document no.<br><br><b>264W866</b> | Rev.<br>rev.<br><br><b>00</b>                | Pagina<br>page<br><br><b>17</b> | Di<br>of<br><br><b>17</b> |
|   |  | Classe di Riservatezza<br>confidential class |                                 | <b>2</b>                  |

LVDT (Linear Voltage Dual Transformer), fissato sulla fondazione e sul primo banchetto di turbina; il segnale viene usato per il monitoraggio.

Ulteriori informazioni sul rack di elaborazione del TSI sono sul documento "Descrizione STCS".

### 10.5-Angolo di fase

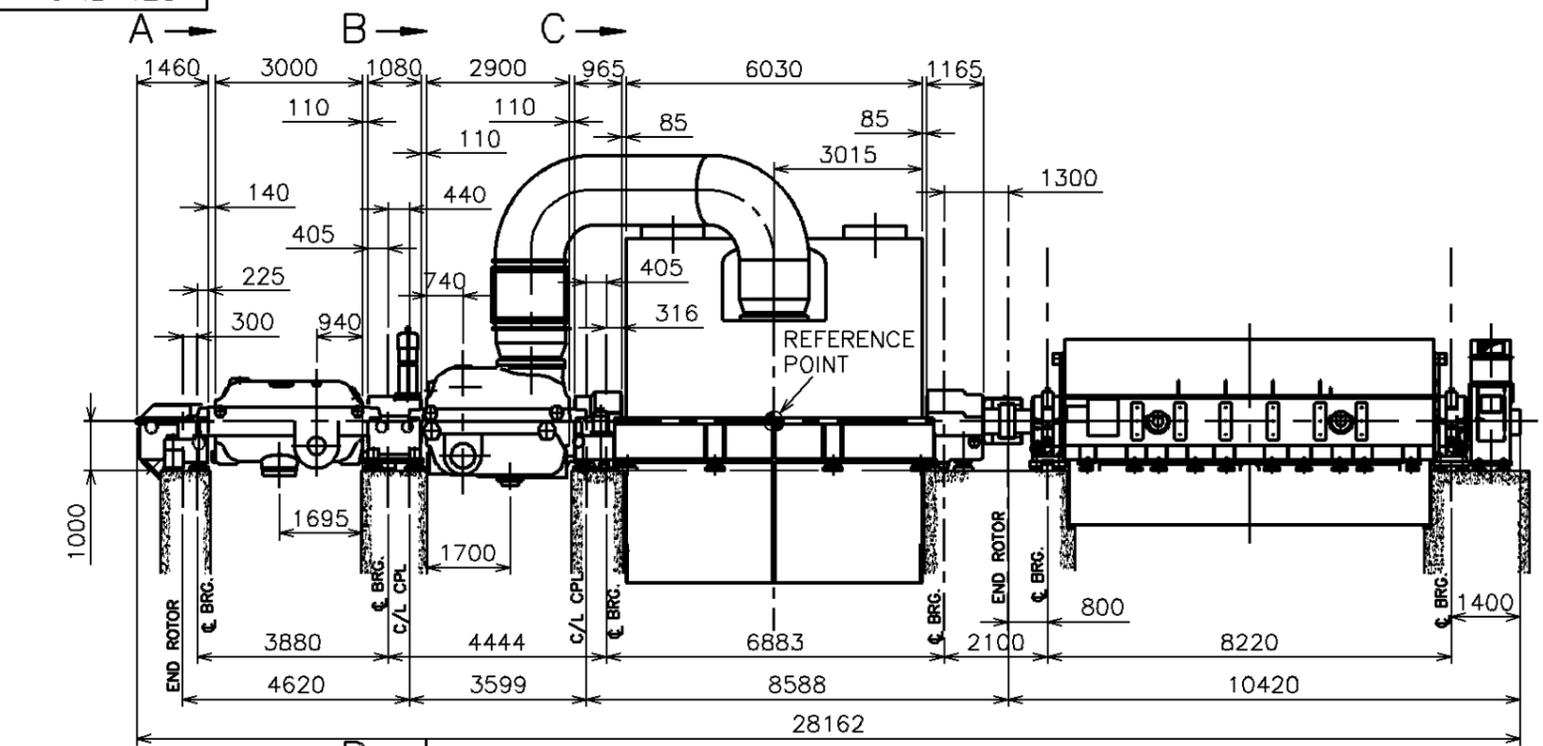
Il riferimento di fase utilizza un sensore induttivo no-contact MAD20CY025, ed una scheda dedicata, che elabora il segnale generato dal trasduttore, alloggiato nella turbina tramite la scanalatura sul rotore, e il segnale di ampiezza d'onda (picco). Il segnale di output è espresso in gradi angolari (0/360°) riferito all'angolo tra il riferimento sulla scanalature sul rotore (0°) ed il segnale di vibrazione per ogni cuscinetto.

### 10.6-Sensore di velocità Zero

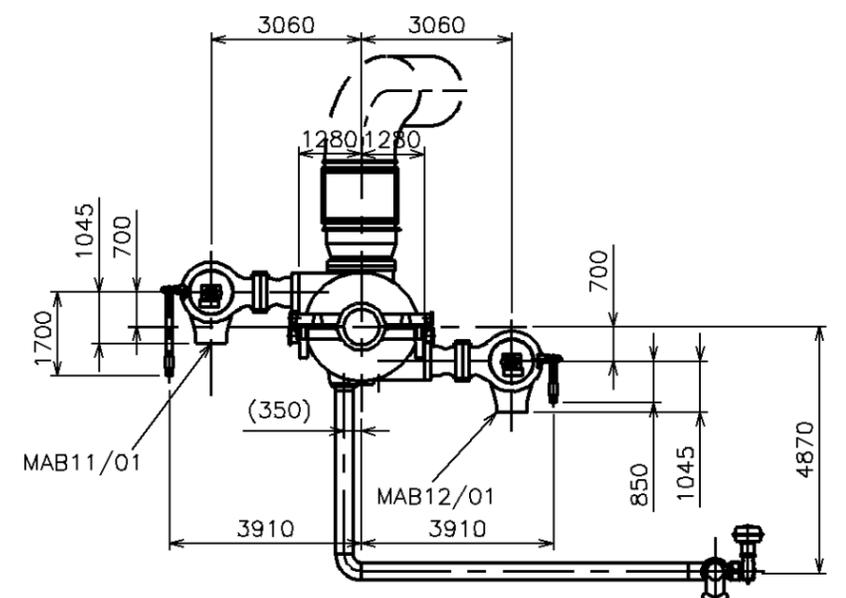
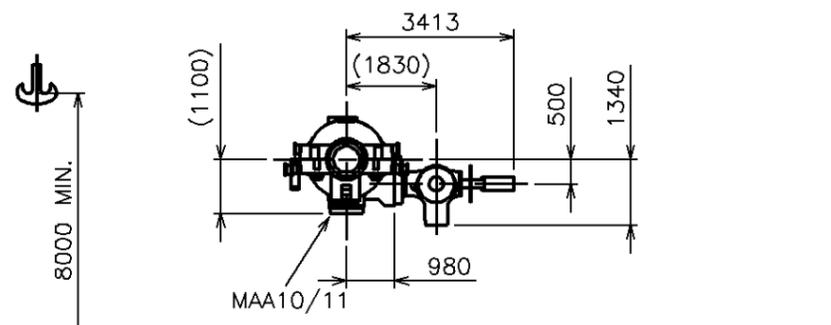
La velocità dell'albero prossima a zero viene misurata da un trasduttore di tipo "no-contact" (i pick-up magnetici per la regolazione di velocità non sono raccomandati per la misura di velocità nulla) e dalla scheda dedicata, che elabora il segnale generato dal trasduttore, posizionato in prossimità della turbina in corrispondenza della ruota dentata.

Essa fornisce l'indicazione della velocità dell'albero e l'indicazione di velocità nulla (usata per l'ingranamento del viratore).

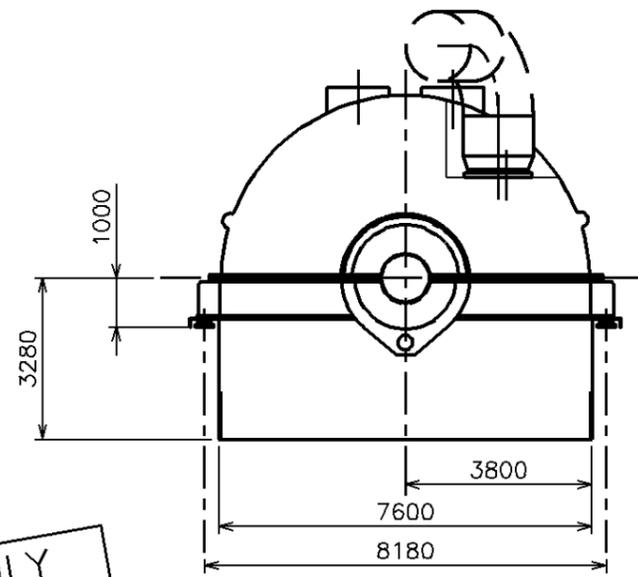
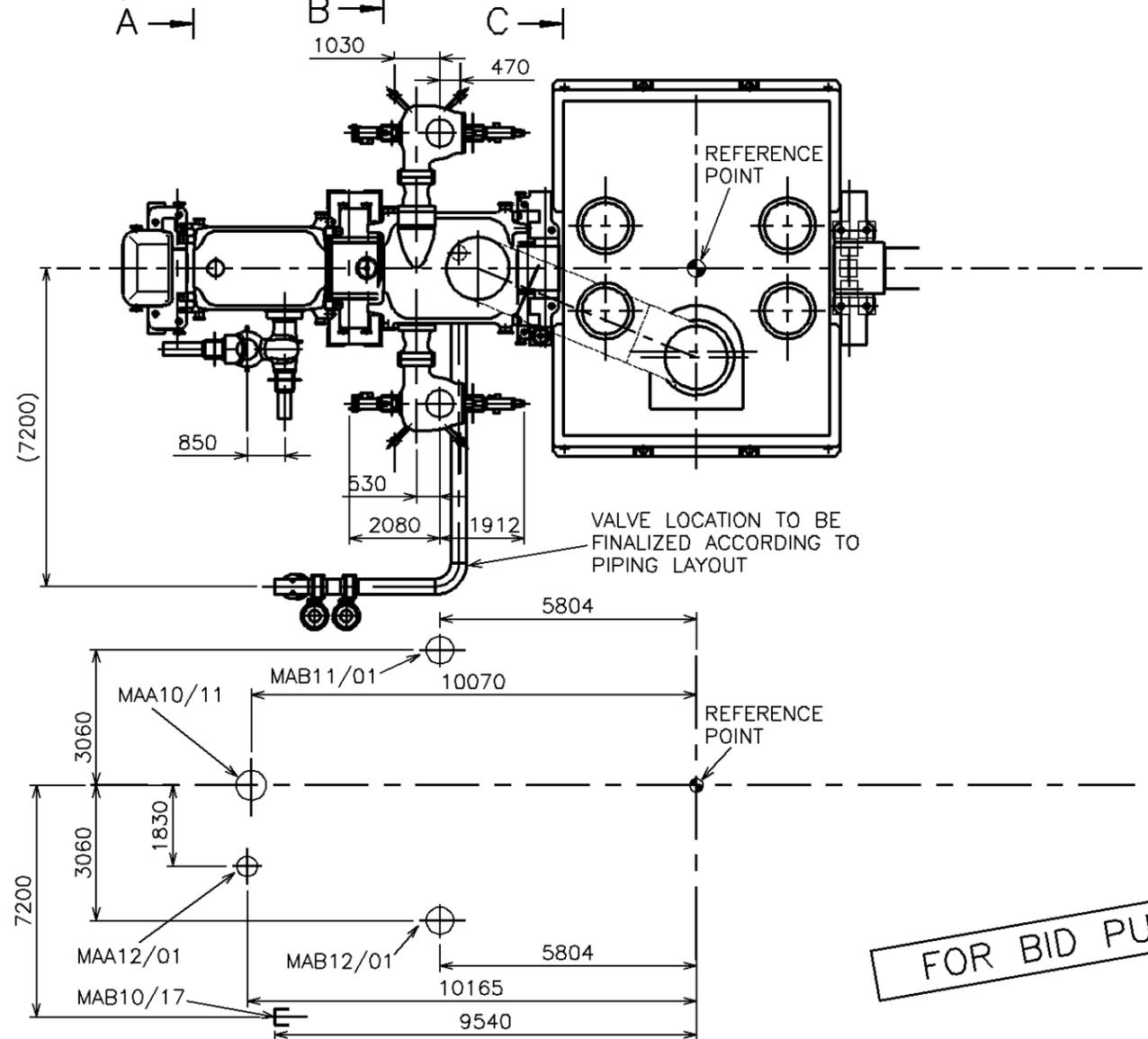
STEAM TURBINES



SECTION A-A



SECTION B-B



SECTION C-C

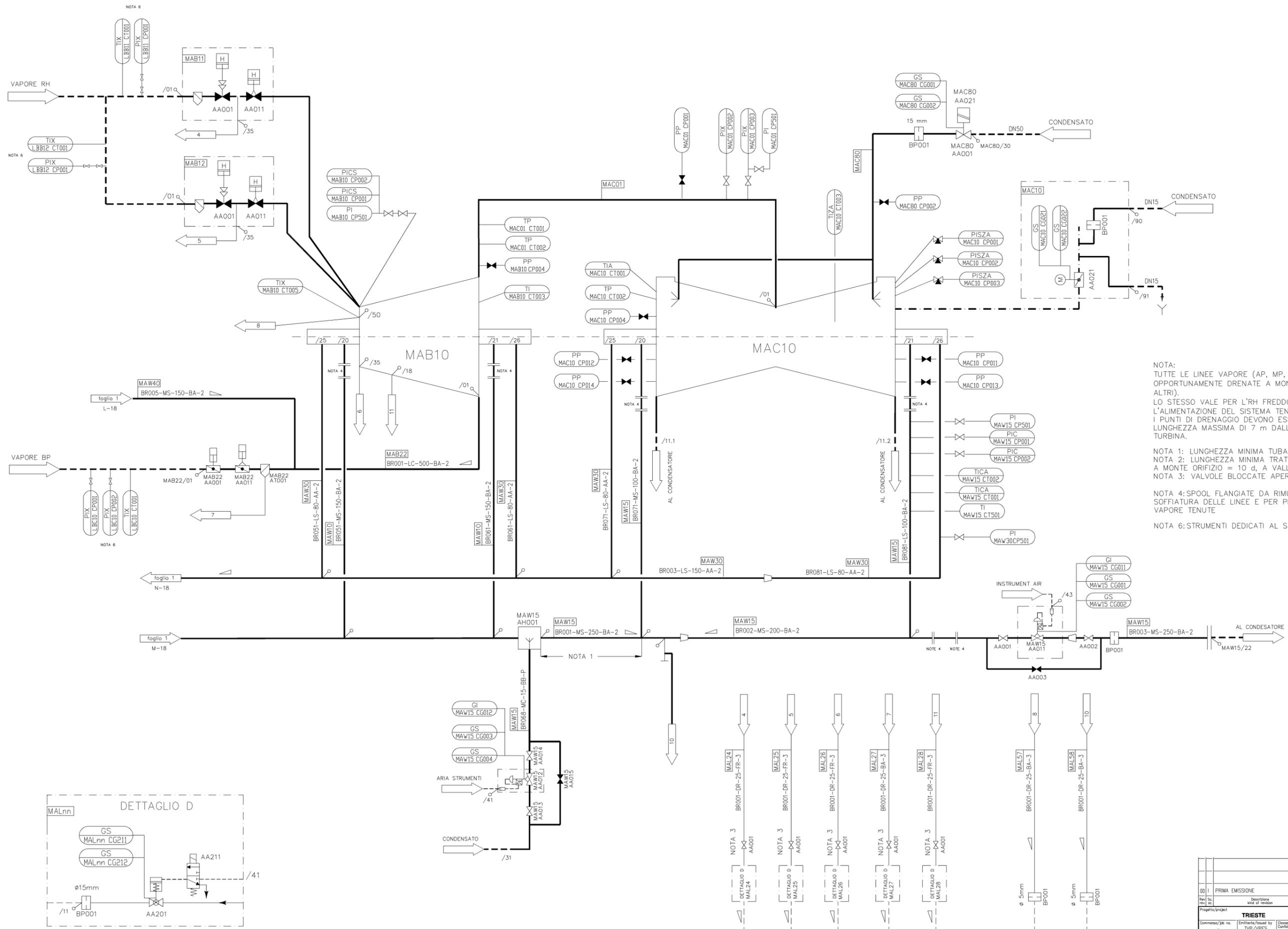
FOR BID PURPOSE ONLY

264T770 rev.0

ASSIEME DEL GRUPPO VISTE ESTERNE  
PROPOSITION OUTLINE  
ENSAMBLE DU GROUPE

ANSALDO



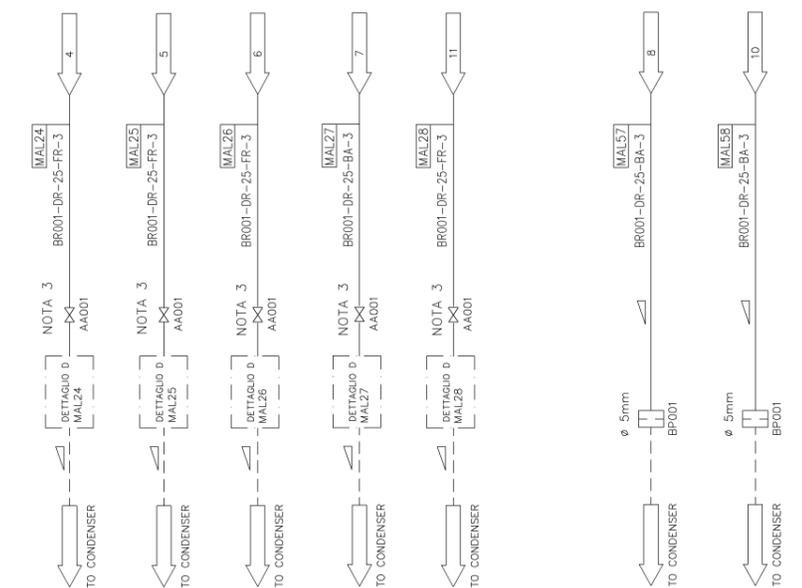
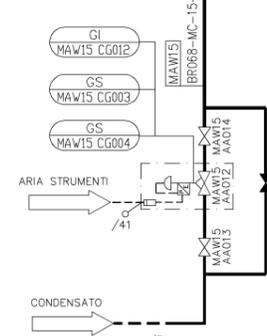
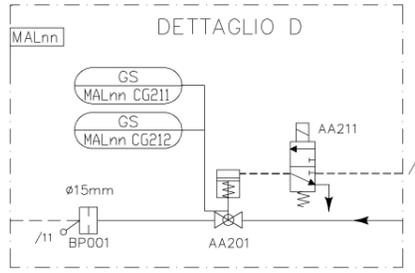


NOTA:  
TUTTE LE LINEE VAPORE (AP, MP, E BP) DEVONO ESSERE OPPORTUNAMENTE DRENATE A MONTE DEI LIMITI DI BATTERIA (DA ALTRI).  
LO STESSO VALE PER L'RH FREDDO E IL VAPORE AUSILIARIO PER L'ALIMENTAZIONE DEL SISTEMA TENUTE VAPORE.  
I PUNTI DI DRENAGGIO DEVONO ESSERE POSIZIONATI AD UNA LUNGHEZZA MASSIMA DI 7 m DALLE VALVOLE DI EMERGENZA TURBINA.

NOTA 1: LUNGHEZZA MINIMA TUBAZ. TRATTO DIRITTO 6 m  
NOTA 2: LUNGHEZZA MINIMA TRATTO DIRITTO A MONTE ORIFIZIO = 10 d, A VALLE = 5 d.  
NOTA 3: VALVOLE BLOCCATE APERTE

NOTA 4: SPOOL FLANGIATE DA RIMUOVERE PER LA SOFFIATURA DELLE LINEE E PER PROVA IDRAULICA LINEE VAPORE TENUTE

NOTA 6: STRUMENTI DEDICATI AL STCS

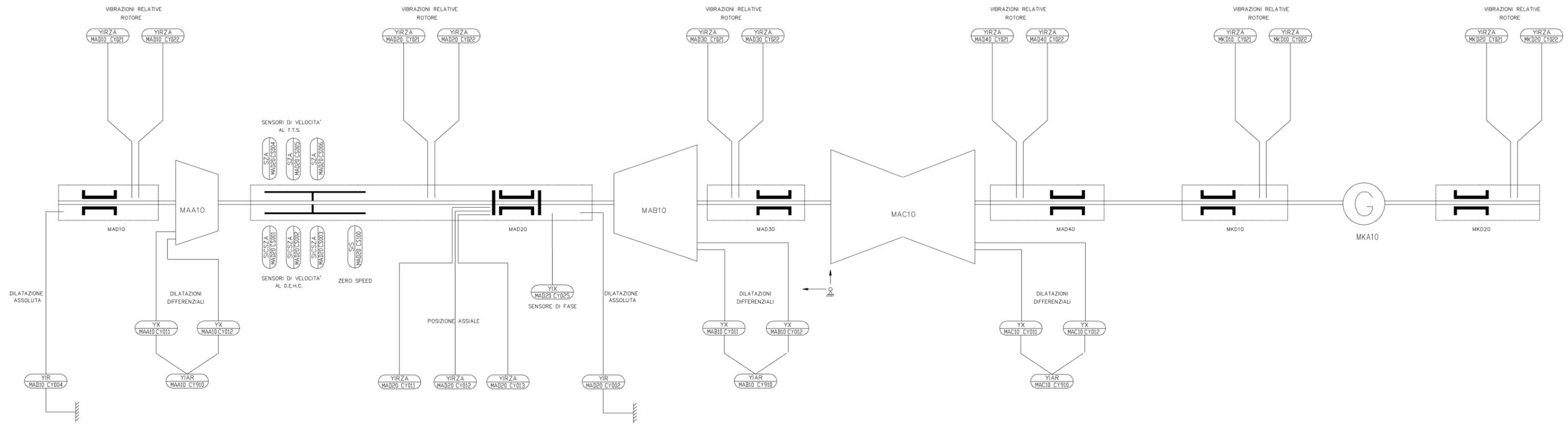


|  |                               |                             |             |                          |              |                                  |          |
|--|-------------------------------|-----------------------------|-------------|--------------------------|--------------|----------------------------------|----------|
| 001  | PRIMA EMISSIONE               | BCA                         |             |                          |              | ZANER                            | 20-04-99 |
| Rev. Sc. rev.                                | Descriptione kind of revision | Preparato                   | Controllato | Verificato               | Verificato   | Approvato                        | Data     |
| Progetto/project                             |                               | Clienti/client              |             |                          |              |                                  |          |
| Commissio/job no.                            | Emittente/issued by           | Disegn. rivern. Conf. class | Scala/scale | Derivato da/derived from | Rev./rev.    | TITOLO                           |          |
|  | TVP/VFFS                      | PID                         | 1:1         |                          |              | SISTEMA VAPORE TENUTE E DRENAGGI |          |
| AnsaldoEnergia                               |                               | P&ID                        |             |                          |              |                                  |          |
| Una Società Finmeccanica                     |                               | (FOGLIO 2)                  |             |                          |              |                                  |          |
| Codice struttura product breakdown structure |                               | Identificativo/document no. |             | Rev./rev.                | Foglio sheet | Segue to next sheet              |          |
|  |                               | 264H868                     |             | 0                        | 2            | A0                               |          |



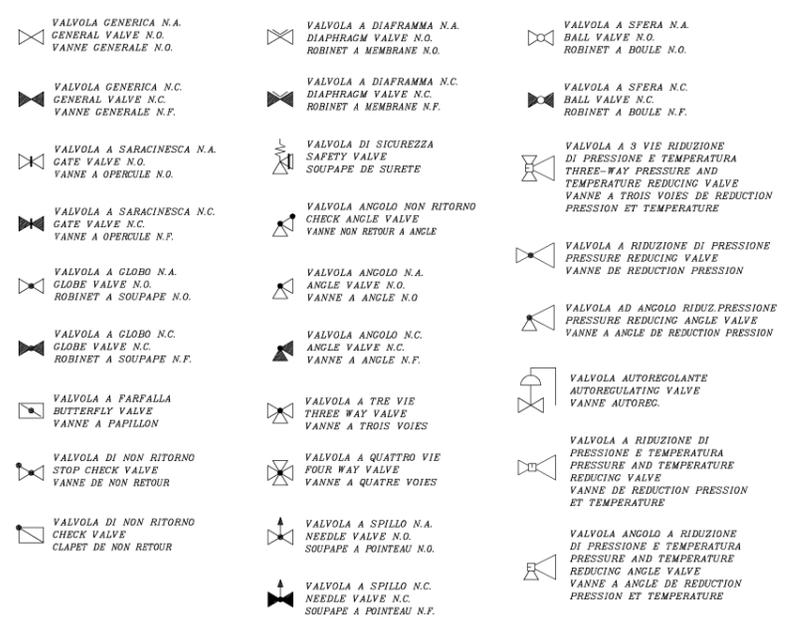




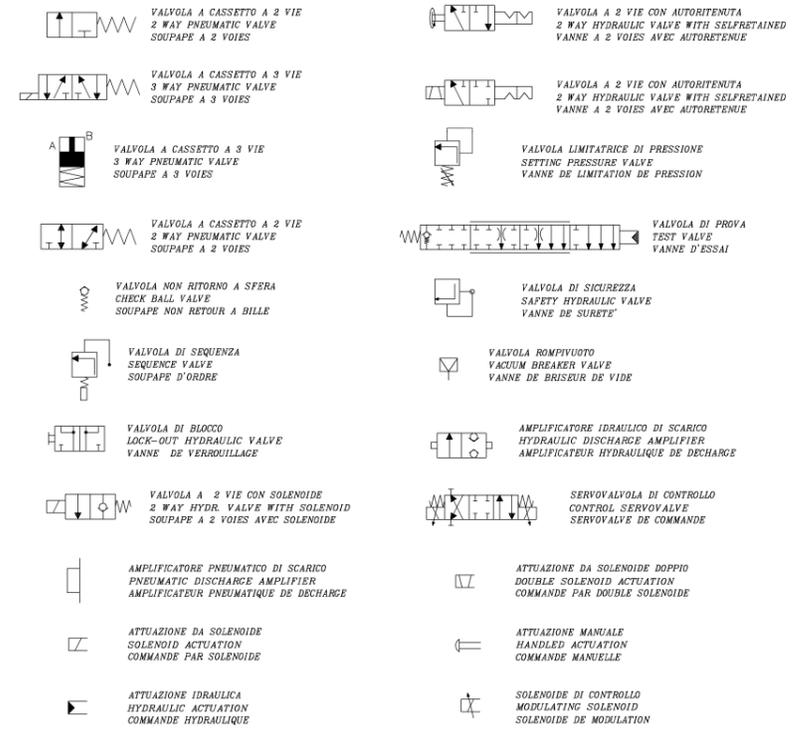


|   |                               |  |                                |                    |                          |                           |
|---|-------------------------------|--|--------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| 00  | PRIMA EMISSIONE               | RCA  | ZMMP                           | 20-04-09           |                          |                           |
| Rev. Sc. rev. Sc.   | Descriptione kind of revision | Preparato prepared                             | Verificato checked             | Verificato checked | Approvato approved       | Data date                 |
| Progetto/project  |                               | Clienti/client                                 |                                |                    |                          |                           |
| Commissa/job no.  |                               | Emittente/issued by                            | Classif. riserv. Confid. class | Scale/scala        | Derivate da/derived from | Rev./rev.                 |
| -   |                               | TVP/VF/S                                       | PID                            | 1:1                |                          |                           |
| <br><b>AnsaldoEnergia</b><br>Unica Società Finanziaria<br>Ansaldo Energia s.p.a. è un'entità separata in quanto documento che non può essere riprodotto, diffuso, parzialmente o integralmente senza la sua autorizzazione scritta. Ansaldo Energia s.p.a. riserva all'ingegnere il diritto di non essere riprodotto in ogni parte senza il suo permesso. |                               | <b>SISTEMA SUPERVISIONE</b><br><b>P&amp;ID</b> |                                |                    |                          |                           |
| Titolo title  |                               | -  |                                |                    |                          |                           |
| Code struttura product breakdown structure  |                               | Identificativo/document no.                    |                                | Rev./rev.          | Foglio sheet             | Segue to Di (di sheet) of |
|   |                               | 264H871  |                                | 0                  | 1                        | 1                         |

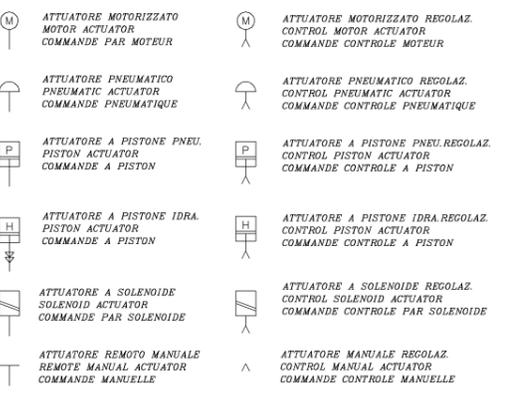
VALVOLE/VALVES/VANNES



VALVOLE IDROPNEUMATICHE  
HYDROPNEUMATIC VALVES  
VALVES HYDROPNEUMATIQUES



ATTUATORI VALVOLE  
VALVE ACTUATORS  
COMMANDES DES VANNES



ATTRIBUTI VALVOLE  
VALVE ATTRIBUTES  
ATTRIBUTS DES VANNES



MACCHINE  
MACHINERIES  
MACHINERIES



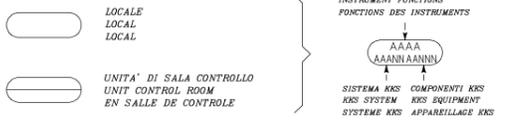
SCAMBIATORI  
HEAT EXCHANGERS  
ECHANGEURS DE CHALEUR



MISCELLANEA  
MISCELLANEA  
MELANGES



CODICE KKS  
CODE KKS  
KKS CODE



CRITERIO DI NUMERAZIONE DI COMPONENTI,  
STRUMENTI, TUBAZIONI E VALVOLE  
NUMERATION CRITERIA FOR VALVES,  
INSTRUMENTS, PIPING AND EQUIPMENTS  
CRITERE DE NUMERATION DES VANNES,  
INSTRUMENTS, TUYAUTERIES ET APPAREILLAGE

The criterion of numbering of valves normally adopted is the following:  
Normalement les valves numbering criteria adopted is as follow:  
Le critère de la numération des valves normalement adoptées est suivant:

|       |   |
|-------|---|
| AA00X | VALVOLA ATTUATA ON/OFF<br>ACTUATED ON/OFF VALVE<br>VANNE ON/OFF ACTIONNEE   |
| AA0XX | VALVOLA ATTUATA DI CONTROLLO<br>ACTUATED CONTROL VALVE<br>VANNE DE CONTROL ACTIONNEE                                    |
| AA1XX | VALVOLA IDRAULICA A DUE VIE<br>HYDRAULIC TWO WAY VALVE<br>VANNE HYDRAULIQUE A DEUX VOIES                                |
| AA15X | VALVOLA PNEUMATICA A TRE VIE<br>PNEUMATIC THREE WAY SOLENOID VALVE<br>VANNE PNEUMATIQUE A TROIS VOIES                   |
| AA20X | VALVOLA DI DRENAGGIO ATTUATA<br>ACTUATED DRAIN VALVE<br>VANNE DE DRAINAGE ACTIONNEE                                     |
| AA21X | VALVOLA SOLENOIDE PER ATTUATORE PNEUM.<br>SOLENOID VALVE FOR PNEUMATIC ACTUATOR<br>VANNE SOLENOIDE POUR COMMANDE PNEUM. |
| AA3XX | VALVOLA DI RADICE PER STRUMENTAZIONE<br>INSTRUMENTATION ISOLATING VALVE<br>VANNE POUR ISOLER LE INSTRUMENT              |
| AA5XX | VALVOLA IDRAULICA A QUATTRO VIE<br>HYDRAULIC FOUR WAY VALVE<br>VANNE HYDRAULIQUE A QUATRE VOIES                         |

The numbering is progressive for each system.  
The numbering is progressive for each system.  
La numération est progressive pour chaque système.

For the instrumentation with signal transmitted to remote the range of numbering is from 001 to 499, for the instrumentation local the range starts from 501. For tubazions and equipments the criterion of numbering is progressive for each system and starts from 001.

For remote measurement instrumentation the numbering range starts 501. For pipes and equipments the numbering criteria is progressive for each system and starts from 001.

For the instrumentation with the signal transmitted at distance the range of numbering is from 001 to 499, for the instrumentation local the range starts from 501. For the instrumentation and equipments the numbering criteria is progressive for each system and starts from 001.

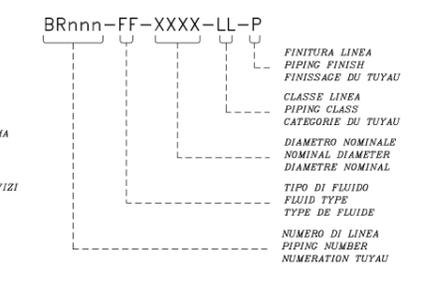
FUNZIONI DI STRUMENTAZIONE  
(in accordo alla DIN 19227)  
INSTRUMENT FUNCTIONS  
(according to DIN 19227)  
FONCTIONS DES INSTRUMENTS  
(selon DIN 19227)

| PRIMA LETTERA<br>FIRST LETTER<br>PREMIERE LETTRE                                   | SECONDA LETTERA (dove applicabile)<br>SECOND LETTER (where applicable)<br>DEUXIEME LETTRE (si assiste) | LETTERE SUCCESSIVE<br>SUCCEEDING LETTERS<br>LETTRES SUIVANTES   |
|--|--|---|
| VARIABLE DI MISURA<br>MEASURED VARIABLE<br>VARIABLE MESUREE                        | MODIFICA<br>MODIFIER<br>MODIFICATEUR   | FUNZIONE DI USCITA<br>OUTPUT FUNCTION<br>FONCTION DE SORTIE   |
| DENSITA'<br>DENSITY<br>DENSITE'  | D DIFFERENZA<br>DIFFERENCE<br>DIFFERENCE   | A ALLARME<br>ALARM<br>ALARME  |
| E VARIABLE ELETTRICA<br>ELECTRICAL VARIABLE<br>VARIABLE ELECTRIQUE                 | F RAPPORTO<br>RATIO<br>RAPPORT   | C CONTROLLO DEL LOOP CHIUSO<br>CLOSED LOOP CONTROL<br>COMMANDE DE RETROACTION                         |
| F FLUSSO<br>FLOW<br>DEBIT  | Q INTEGRATO O TOTALIZZATORE<br>INTEGRATED OR TOTALIZER<br>INTEGRATION OU TOTALISATION                  | I INDICATORE<br>INDICATION<br>INDICATION  |
| G POSIZIONE, MISURA, LUNGHEZZA<br>POSITION, GAUGING, LENGTH<br>POSITION, DIMENSION |  | O SEGNALE<br>SIGNAL<br>SIGNAL   |
| H INIZIALIZZAZIONE MANUALE<br>HAND MANUALLY INITIATED<br>MANUEL                    |  | P TEST<br>TEST<br>TEST  |
| K TEMPORIZZATORE<br>TIME OR TIME PROGRAM<br>TIMERS                                 |  | R REGISTRO<br>RECORDING<br>ENREGISTREMENT   |
| L LIVELLO<br>LEVEL<br>NIVEAU   |  | S INTERRUPTO DI EMERGENZA/AZIONE SICUREZZA<br>SWITCH EMERGENCY/SAFETY ACTION<br>INTERUPTEUR D'URGENCE |
| M UMIDITA'<br>MOISTURE, HUMIDITY<br>HUMIDITE'                                      |  | X CALCOLO<br>COMPUTER<br>COMPUTATION OU CALCUL  |
| O DIMENSIONE OTTICA<br>OPTICAL DIMENSION<br>DIMENSION OPTIQUE                      |  | Y CORREZIONE<br>CORRECTION<br>CORRECTION  |
| P PRESSIONE O VUOTO<br>PRESSURE OR VACUUM<br>PRESSION OR VIDE                      |  | Z BLOCCO TURBINA<br>TURBINE TRIP<br>BLOC-SYSTEME DE TURBINE   |
| Q QUANTITA'<br>QUANTITY<br>QUANTITE'   |  |   |
| R RADIOATTIVITA'<br>NUCLEAR RADIATION<br>RADIOACTIVITE'                            |  |   |
| S VELOCITA', FREQUENZA<br>SPEED, FREQUENCY<br>VITESSE, FREQUENCE                   |  |   |
| T TEMPERATURA<br>TEMPERATURE<br>TEMPERATURE  |  |   |
| U VARIABLE MULTIPLA<br>MULTIVARIABLE<br>VARIABLES MULTIPLES                        |  |   |
| V VISCOSITA'<br>VISCOSITY<br>VISCOSITE'  |  |   |
| W PESO<br>WEIGHT, FORCE<br>POIDS OU FORCE  |  |   |
| X VARIABLE NON CLASSIFICATA<br>UNCLASSIFIED VARIABLES<br>NON CLASSIFIEE            |  |   |
| Y VIBRAZIONE<br>VIBRATION<br>VIBRATION   |  |   |

LINEE/LINES/LIGNES



CARATTERISTICHE IDENTIFICATIVO LINEE  
PIPING CHARACTERISTICS  
CHARACTERISTIQUES DES TUYAUX



IDENTIFICATIVO KKS COMPONENTI E STRUMENTI  
(prime due lettere)  
KKS UNIT CODE EQUIPMENT AND INSTRUMENTS  
(first two letters)  
CODE KKS D'APPAREILLAGE ET DES INSTRUMENTS  
(deux premières lettres)

|     |  |    |   |
|-----|--|----|---|
| MAA | TURBINA ALTA PRESSIONE<br>HIGH PRESS. TURBINE<br>TURBINE A HAUTE PRESSION  | AA | VALVOLA, ATTUATORE INCLUSO<br>VALVE INCLUDING ACTUATOR<br>VANNE COMMANDE COMPRI           |
| MAB | TURBINA MEDIA PRESSIONE<br>INTERM. PRESS. TURBINE<br>TURBINE A MOYENNE PRESSION  | AC | SCAMBIATORE DI CALORE<br>HEAT TRANSFER SYSTEM<br>ECHANGEUR DE CHALEUR                     |
| MAH | TURBINA BASSA PRESSIONE<br>LOW PRESSURE TURBINE<br>TURBINE A BASSE PRESSION  | AH | DESURRISCALDATORE<br>DESUPERHEATER<br>DESURCHAUFFEUR                                      |
| MAD | CUSCINETTO TURBINA<br>TURBINE BEARING PEDESTAL<br>PALIER DE TURBINE  | AN | COMPRESSORE, VENTILATORE<br>COMPRESSOR, BLOWER<br>COMPRESSEUR, VENTILATEUR                |
| MAL | SISTEMA DRENAGGI E SPIATI<br>DRAIN AND VENT SYSTEM<br>SYSTEME DE DRAIN ET D'EVENT  | AP | POMPA<br>PUMP UNIT<br>POMPE   |
| MAV | SISTEMA OLIO DI LUBRIFICAZIONE<br>LUBE OIL SUPPLY SYSTEM<br>SYSTEME HUILE DE CRAISSAGE   | AT | UNITA' DI FILTRAZIONE<br>CLEANING, DRYING, FILTRATION UNIT<br>UNITE' DE FILTRAC           |
| MAW | SISTEMA VAPORE TENUTE<br>SEALING, HEATING AND COOLING SYSTEM<br>SYSTEME VAPEUR DE BARRAGE  | AU | SERVOVALVOLA ELETTRICA/IDRAULICA<br>CONVERTORS AMPLIFIER<br>SERVOVALVE ELECTRO/IDRAULIQUE |
| MAX | SISTEMA OLIO DI CONTROLLO<br>HYDRAULIC SUPPLY SYSTEM<br>SYSTEME HYDRAULIQUE  | BB | SERBATOIO<br>TANK<br>RESERVOIR  |
| MKA | GENERATORE<br>ELECTRIC GENERATOR<br>GENERATEUR   | BP | ORIFIZIO<br>ORIFICE<br>ORIFICE  |
| MKB | ECITATRICE<br>EXCITER SET, COMPLETE<br>EXCITATEUR  | CT | TEMPERATURA<br>TEMPERATURE<br>TEMPERATURE   |
| MKC | LIVELLO<br>LEVEL<br>NIVEAU   | CG | DISTANZA, LUNGHEZZA, POSIZIONE<br>HYDRAULIC SUPPLY SYSTEM<br>SYSTEME HYDRAULIQUE          |
| MKD | CUSCINETTO GENERATORE<br>GENERATOR BEARING PEDESTAL<br>PALIER DU GENERATEUR  | CP | PRESSIONE<br>PRESSURE<br>PRESSION   |
| CS  | VELOCITA', VELOCITA' DI ROTAZIONE, FREQUENZA<br>VELOCITY, ROTATIONAL SPEED, FREQUENCY<br>VITESSE, VITESSE DE ROTATION, FREQUENCE | CL | TEMPERATURA<br>TEMPERATURE<br>TEMPERATURE   |
| CY  | OSCILLAZIONE, SPORZO<br>OSCILLATION, STRAIN<br>OSCILLATION, CONTRAINTE   | CG | DISTANZA, LUNGHEZZA, POSIZIONE<br>HYDRAULIC SUPPLY SYSTEM<br>SYSTEME HYDRAULIQUE          |
| DP  | CONTROLLO LOCALE DI PRESSIONE<br>PRESSURE CLOSED LOOP<br>COMMANDE LOCAL DE PRESSION  | GG | CASSETTA MORSETTIERA<br>JUNCTION BOX<br>BOITE A BORNES                                    |
| DT  | CONTROLLO LOCALE DI TEMPERATURA<br>TEMPERATURE CLOSED LOOP<br>COMMANDE LOCAL DE TEMPERATURE                                      | GS | AVVIATORE ELETTRICO<br>SWITCHGEAR EQUIPMENT<br>DEMARREUR ELECTRIQUE                       |

|                              |                              |                             |                    |                          |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|
| A P Added moisture trap      |                              | ZANER                       |                    | 15.01.09                 |
| C P Added numbering criteria |                              | ZANER                       |                    | 24.07.07                 |
| Rev. Sc. Sc.                 | Description kind of relation | Prepared/checked            | Controlled/checked | Verified/checked         |
| Progetto/project             |                              | Cliente/client              |                    |                          |
| Commissio/job no.            | Emittente/issued by          | Class. riser/Confid. class  | Scale/scala        | Derivato da/derived from |
| PTE/TVP                      |                              | PID                         |                    |                          |
| AnsaldoEnergia               |                              |                             |                    |                          |
| STEAM TURBINE                |                              |                             |                    |                          |
| NOMENCLATURE STANDARD KKS    |                              |                             |                    |                          |
| P. & I.D. GRAPHIC SYMBOLS    |                              |                             |                    |                          |
| Code struttura               |                              | Identificativo/document no. |                    | Foglio                   |
| Product breakdown structure  |                              | 247H796                     |                    | 001                      |