


KOSBOOST 2004

Popis fungovania protipulzačného riadiaceho systému

 AIR LIQUIDE TM				
N° D'AFFAIRE JOB NUMBER	FMT FMT	GROUPE GROUP	N° NBR	Rev Rev
KOSICE 50-3023-01	A4	612		

Rev.	Zmenené	Dátum	Skontrolované	Dátum	Zmena č.	Popis zmeny
	Rindlisbacher H	14.07.2005				
Vydané	Dátum	Skontrolované	Dátum	Vydané	Dátum	
Typ/veľkosť: RG 31-4				Projekt č.: N.7100175		
Popis: Principle Description ASC RG31-4				Projekt: KOSBOOST 2004		
Dokument: 837017436		Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 1 z 29

Akákoľvek reprodukcia, distribúcia a používanie tohto dokumentu, ako aj informovanie o jeho obsahu iným stranám bez výslovného povolenia sú zakázané. Osoby, ktoré porušia tento zákaz budú zodpovedné za úhradu škody. Všetky práva vyhradené v prípade udelenia patentu, úžitkového modelu alebo dizajnu.

Control System Specification



REFERENČNÉ DOKUMENTY

PI Diagram kompresorovej jednotky
Špecifikácia prístroja
Schéma zapojenia Protronic 550
Konfigurácia regulátora ASC RG31-4

10000 198 450
10000 198 462
837 017 468
837 019 325 001

OBSAH

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004		
Dokument:	837017436	Typ:	SPE	Časť:	000	Rev.:	Jazyk: EN Strana 2 z 29

1 VŠEOBECNÉ

UPOZORNENIE

Turbokompresor je zariadenie generujúce tlak. Obsluha tohto zariadenia nevykonaná v súlade s pokynmi môže mať za následok poškodenie zariadenia alebo zranenie personálu. Preto je obsluha tohto zariadenia povolená len oprávneným a vyškoleným osobám.

Pred použitím kompresoru si prosím dôkladne prečítajte tento popis.

1.1 Účel riadenia

(pozrite tiež diagram výstupný tlak / prietok na obrázku 1)

Prietok plynu cez turbokompresor nie je možné voľne znížiť. Použiteľný rozsah prevádzky je limitovaný pulzačným limitom. Ak sa vyžaduje, aby kompresor pri určenom tlaku dodával menej plynu ako je jeho limit, prívod cez kompresor sa stane nestabilným; kompresor začne pulzovať. Prietok a výstupný tlak náhle rýchlo opakovane klesajú a opäť stúpajú, pričom dochádza k hluku pri čerpaní.

KOMPRESOR NESMIE BYŤ POUŽÍVANÝ ZA TÝCHTO PODMIENOK!

Aby bolo možné vyhnúť sa pulzovaniu, je namontovaný protipulzačný riadiaci systém, ktorý udržiava prietok kompresoru na minimálnej prípustnej hranici tým, že otvorí protipulzačný ventil. Plyn presahujúci požiadavky zariadenia sa recirkuluje cez protipulzačný ventil na nasávaciu stranu, takže kompresor pokračuje v prevádzke v stabilnom rozmedzí (na pravej strane pulzačného limitu) aj v prípade, ak sa do zariadenia dodá len malé množstvo plynu.

Možné poškodenie v dôsledku pulzovania:

- zlyhanie axiálneho ložiska
- trenie labyrintových pásov spôsobujúce väčšie medzery a následne vyššie presakovanie / reaktívne ťahy
- trenie obežných kolies/lopatiek
- zlyhanie lopatkovania na axiálnych kompresoroch v dôsledku prepätia/prehriatia
- poškodenie nasávacieho filtra, tlmiča, pracovných armatúr atď.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004		
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 3 z 29	

UPOZORNENIE

Protipulzačný riadiaci systém je bezpečnostné zariadenie pre prevádzku turbokompresoru. Ak z nejakého dôvodu tento riadiaci systém zlyhá, kompresor môže začať pulzovať a môže dôjsť k vyššie uvedeným poruchám. Aby nedošlo k poškodeniu kompresoru ani k zraneniam personálu, nesmie sa turbokompresor používať bez ani s chybným protipulzačným riadiacim systémom.

1.2 Režim prevádzky

Diagram na obrázku č. 1 ukazuje režim prevádzky protipulzačného riadiaceho systému v diagrame výstupný tlak - prietok. Pulzačný limit predstavuje čiara „a“. Ak sa pri konštantnej rýchlosti zvýši prietokový odpor zariadenia z w_1 na w_2 , prevádzkový bod sa posúva po charakteristickej krivke z bodu 1 do bodu 2 a prietok V_1 sa zníži na V_2 , čiže prevádzkový bod sa priblíži k pulzačnej čiare. Ak sa prietok ďalej zníži na V_3 , kompresor začne pulzovať. Aby sa tomu zamedzilo, protipulzačný regulátor zasiahne v prípade, ak sa dosiahne prevádzkový bod 3* (prietok V_3^*) a začne otvárať protipulzačný ventil. Ak sa prietok ďalej zníži na V_4 , protipulzačný ventil sa otvorí do takej miery, aby sa rozdiel medzi prietokmi V_3^* a V_4 vrátil do procesu. Čo sa týka zariadenia, kompresor zjavne pracuje v bode 4 (v nestabilnom rozmedzí), v skutočnosti však pokračuje v prevádzke v stabilnom rozmedzí v bode 3*.

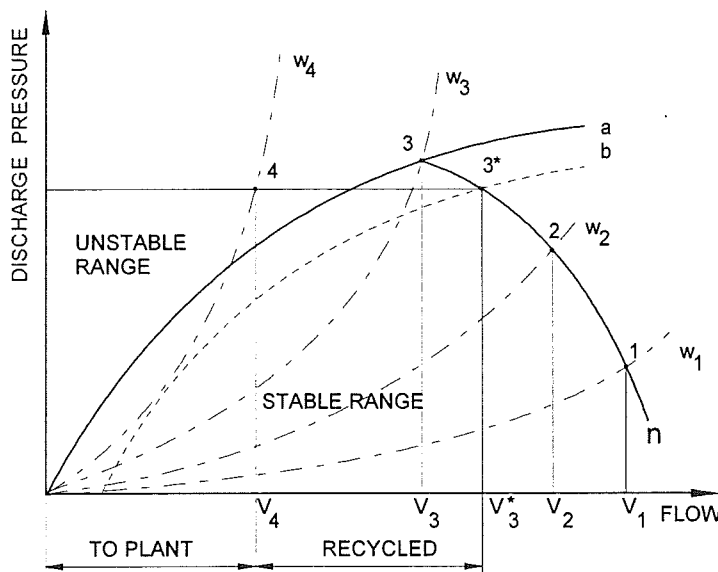
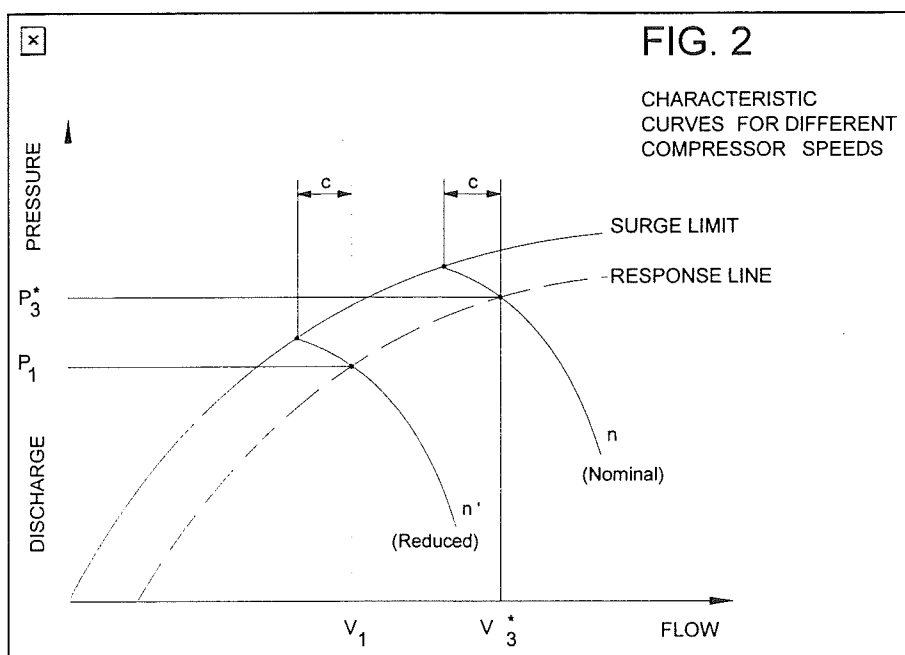


FIG. 1

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 4 z 29

Diagram na obrázku č. 2 ukazuje, že pri zvýšenom tlakovom pomere kompresoru musí protipulzačný regulátor zasiahnuť pri vyššom objeme, čiže čím je tlakový pomer vyšší, tým vyšší je minimálny požadovaný prietok (porovnajte V_3^* a V_1 a príslušný tlakový pomer P_3^* a P_1). Jediná nastavená veličina pre regulátor by preto nebola použiteľná, keďže pracovné rozmedzie kompresoru by sa príliš zúžilo. Aby sa zabránilo zbytočnej recirkulácii stlačeného plynu, čiara odozvy „b“, ktorá spája všetky body, kde sa protipulzačný ventil začne otvárať, sa použije ako krivka nastavenej hodnoty pre protipulzačný regulátor. Táto krivka má tvar ako funkcia výstupného tlaku kompresoru takým spôsobom, že je rovnobežná s pulzačným limitom. Medzi pulzačným limitom a čiarou odozvy sa nachádza bezpečná vzdialenosť „c“.

Čiara odozvy teda každému tlakovému pomeru prisudzuje minimálny prietok.



Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 5 z 29

2 POPIS RIADIACEHO SYSTÉMU

2.1 Vstupné signály

2.1.1 Meranie prietoku

Prietok plynu cez kompresor sa meria pomocou zariadenia na meranie prietoku (umiestneného na výstupe kompresoru) zabezpečujúceho tlakový rozdiel D_p . Hodnota D_p je úmerná druhej mocnine celkového prietoku a pôsobí na prenášač tlakového rozdielu FT 16007. Ten dodáva výstupný signál 4 - 20 mA, ktorý je privádzaný do regulátora **PROTRONIC 550**.

2.1.2 Meranie nasávacieho tlaku

Nasávací tlak kompresoru sa meria pomocou prenášača tlaku PIT 16007. Tento vysielateľ vytvára výstupný signál 4 - 20 mA, ktorý je privádzaný do regulátora **PROTRONIC 550**.

2.1.3 Meranie výstupného tlaku

Výstupný tlak kompresoru sa meria pomocou prenášača tlaku PT 16045. Tento vysielateľ vytvára výstupný signál 4 - 20 mA, ktorý je privádzaný do regulátora **PROTRONIC 550**.

2.1.4 Externý manuálny riadiaci signál / voliteľný

Manuálny riadiaci signál HIC 16074 je 4 - 20mA analógový signál z DCS alebo z riadiaceho systému stanice. Tento signál je privádzaný priamo do regulátora **PROTRONIC 550**. HIC 16074 sa používa na otváranie prefukovacieho ventilu. Klesajúci signál otvára ventil (4 mA: = ventil otvorený, 20 mA: = ventil zatvorený). (pozrite si bod 3.7)

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 6 z 29

2.2 Protipulzačný regulátor

Spoločnosť **ABB NORMELEC** (predtým **HARTMANN & BRAUN**) vyvinula digitálny riadiaci systém **PROTRONIC 550**. Vzhľadom na rôznorodosť riadiacich aplikácií, ktoré je potrebné v turbokompresore spracovať, je systém **PROTRONIC 550** „šitý na mieru“. Tento systém nielenže spája všetky potrebné riadiace funkcie v jednom kompaktnom prístroji, ale taktiež zjednodušuje prevádzku a údržbu. Použitie jediného hardvérového komponentu pre rôzne aplikácie výrazne znižuje počet náhradných dielov.

Ďalšie výhody systému sú:

Regulátor je možné rozšíriť pomocou rôznych vstupných a výstupných modulov, pomocou ktorých možno spĺňať požadované riadiace aplikácie.

Auto diagnostika

Izolované analógové a binárne vstupy

Zabudovaný zdroj energie vysielacza, 21 V (jednosmerný prúd)

Režimy ovládania definované užívateľom

Beznárazový manuálny – automatický prenos

Dĺžka cyklu 60 milisekúnd (s užívateľským programom)

Užívateľský program je uložený vo Flash-EPROM. V prípade výpadku prúdu ostanú všetky dáta v regulátore.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004		
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 7 z 29	

3 POPIS PROTIPULZAČNÉHO RIADIACEHO PROGRAMU

Spoločnosť MAN TURBO vyvinula program spĺňajúci špecifické požiadavky turbokompresoru. Tento program obsahuje všetky charakteristiky potrebné pre dosiahnutie optimálnej prevádzky kompresoru. Program obsahuje tieto skupiny funkcií:

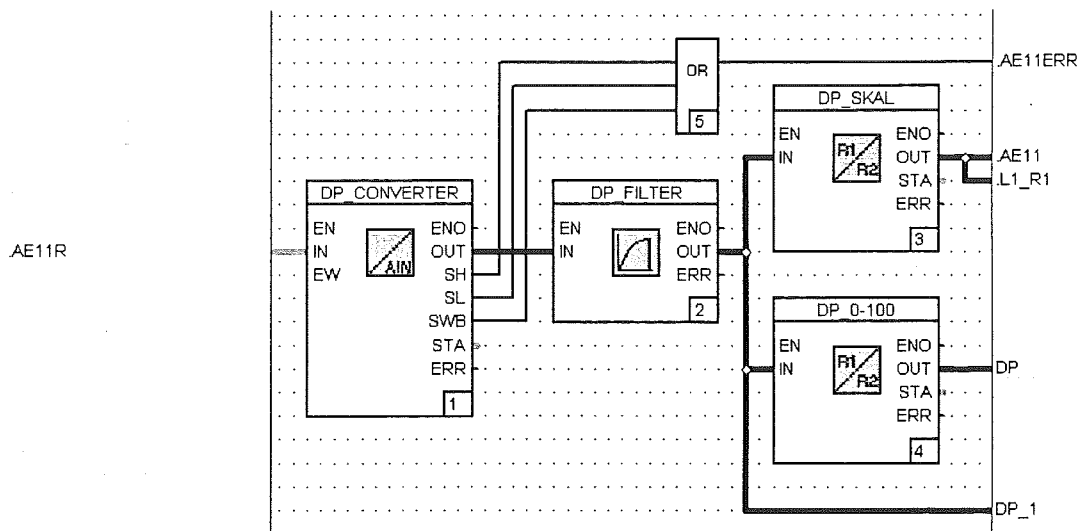
- Spracovanie analógového vstupu
- Spracovanie hodnoty procesu a prispôbenie signálu pre spracovanie nastavenej veličiny
- Spracovanie nastavenej veličiny
- Obmedzenie výstupného tlaku
- Posun čiary odozvy
- Dynamický zásah
- Algoritmus riadenia PI s asymetrickým výstupom
- Manuálne ovládanie
- Sled automatického spustenia a zastavenia
- Kontrola gradientu
- Logika poplachu
- Analógové výstupy

V nasledujúcich častiach sa nachádza popis funkcií týchto blokov. Podrobné informácie nájdete v nastavení.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 8 z 29

3.1 Spracovanie analógového vstupu

3.1.1 Meranie prietoku

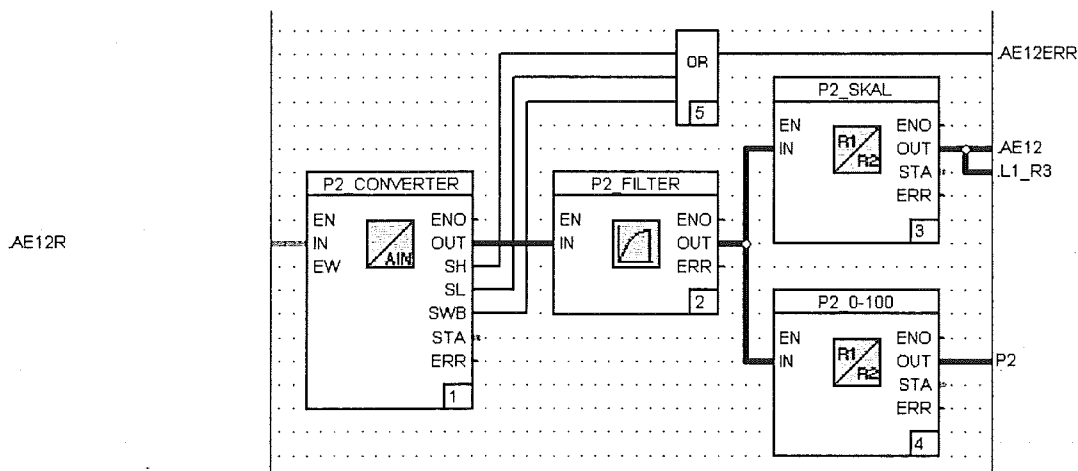


Vstupný signál .AE11R (tlakový rozdiel nameraný pomocou FT 16007) je možné rozšíriť alebo stlačiť pomocou váhového modulu DP_SKAL a nulový bod sa dá zvýšiť, aby sa prispôbil reálnym požiadavkám. Váhový výstup .AE11 je privádzaný pre spracovanie hodnoty procesu.

V prípade chyby vstupu je signál odoslaný pre spracovanie poplachu.

Hodnota analógového vstupu je zobrazená v technických jednotkách na prednej strane panelu.

3.1.2 Meranie výstupného tlaku



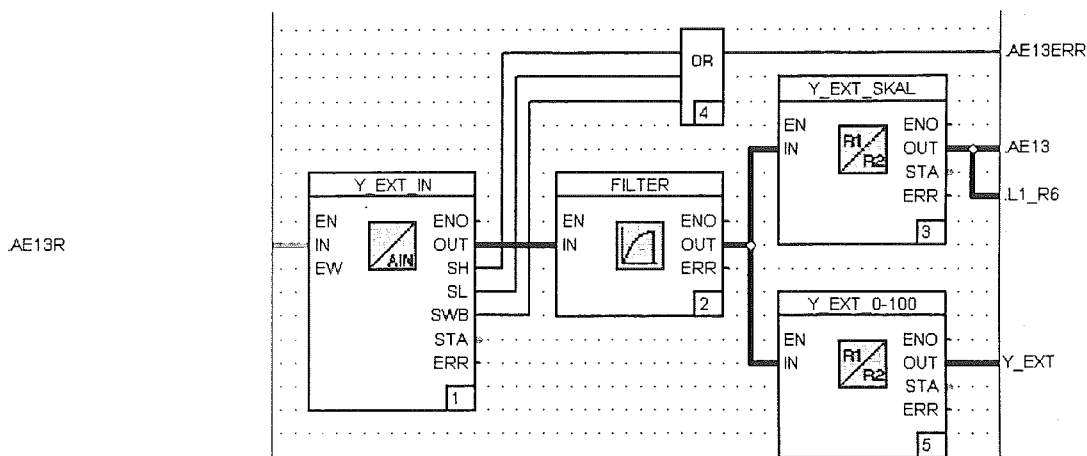
Vstupný signál .AE12R (výstupný tlak nameraný pomocou PT 16045) je možné rozšíriť alebo stlačiť pomocou váhového modulu P2_SKAL a nulový bod sa dá zvýšiť, aby sa prispôbil reálnym požiadavkám. Váhový výstup .AE12 je privádzaný pre spracovanie nastavenej veličiny.

V prípade chyby vstupu je signál odoslaný pre spracovanie poplachu.

Hodnota analógového vstupu je zobrazená v technických jednotkách na prednej strane panelu.

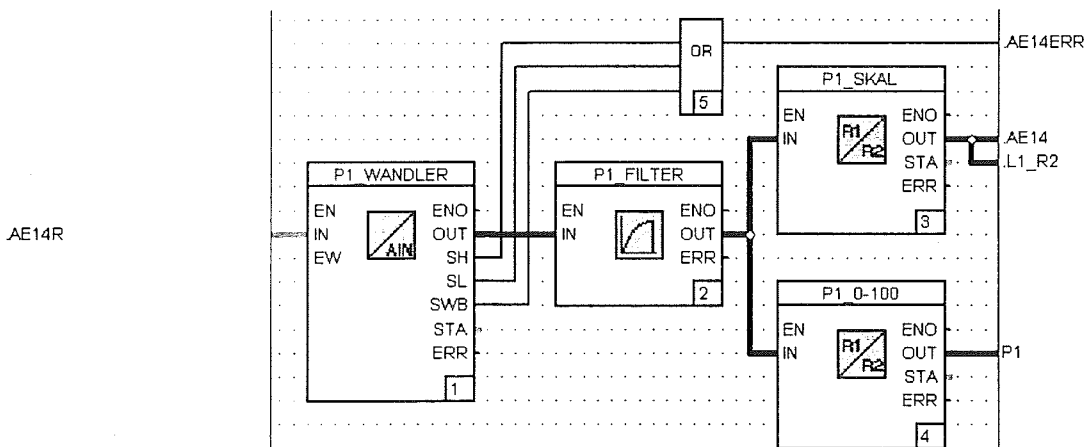
Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 9 z 29

3.1.3 Externé (manuálne) ovládanie



Vstupný signál .AE13R (externé manuálne ovládanie HIC 16074) je možné rozšíriť alebo stlačiť pomocou váhového modulu Y_EXT_SKAL a nulový bod sa dá zvýšiť, aby sa prispôbil reálnym požiadavkám. Váhový výstup Y_EXT privádzaný pre spracovanie manuálneho ovládania. V prípade chyby vstupu je signál odoslaný pre spracovanie poplachu. Hodnota analógového vstupu je zobrazená v percentách na prednej strane panelu. (0 % := ventil otvorený, 100% := ventil zatvorený).

3.1.4 Meranie nasávacieho tlaku

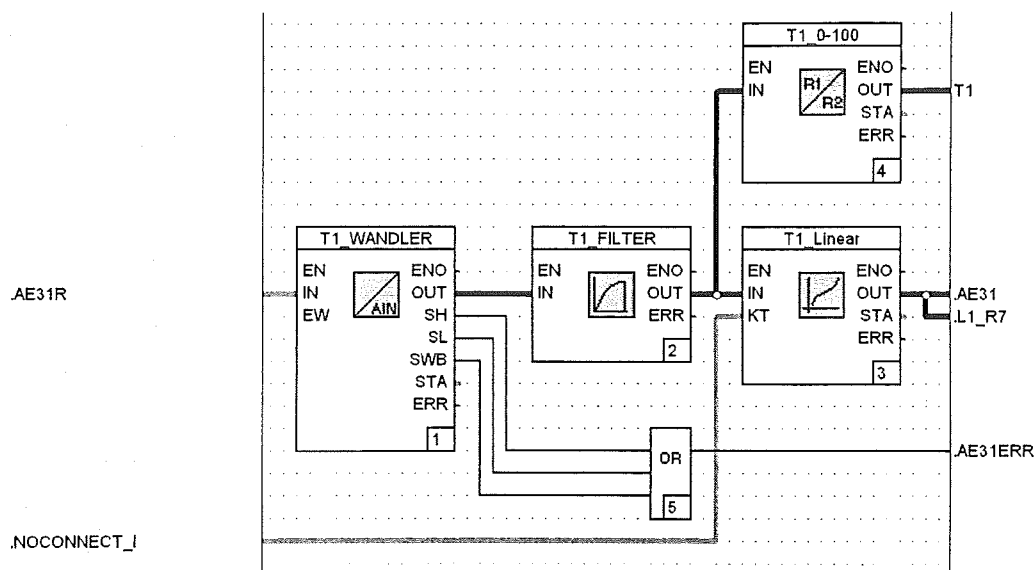


Vstupný signál .AE14R (nasávací tlak PT 16007) je možné rozšíriť alebo stlačiť pomocou váhového modulu P1_SKAL a nulový bod sa dá zvýšiť, aby sa prispôbil reálnym požiadavkám. Váhový výstup .AE14 je privádzaný pre spracovanie hodnoty procesu a spracovanie nastavenej veličiny. V prípade chyby vstupu je signál odoslaný pre spracovanie poplachu. Hodnota analógového vstupu je zobrazená v percentách na prednej strane panelu.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 10 z 29

3.1.5 M

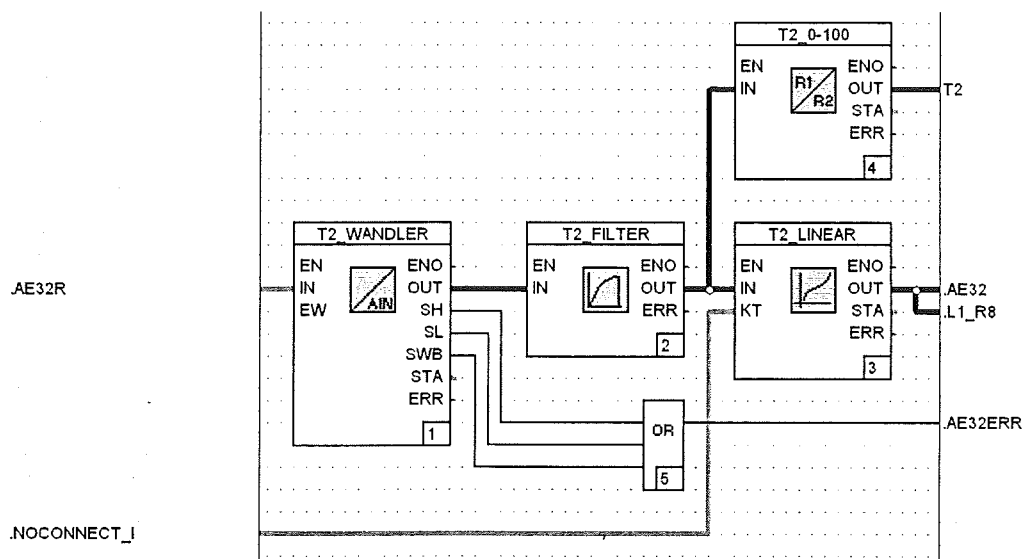
e
r
a
n
i
e
n
a
s
á
v
a
c
e
j



teploty

Vstupný signál .AE31R (nasávací teplota TE 16007) je možné nastaviť pomocou linearizačného modulu T1_Linear, aby sa prispôbil reálnym požiadavkám, na základne skutočného prvku TE. V prípade chyby vstupu je signál odoslaný pre spracovanie poplachu. Hodnota nastaveného výstupu .AE31 je zobrazená v °C na prednej strane panelu

3.1.6 Meranie výstupnej teploty



Vstupný signál .AE32R (výstupná teplota TE 16045) je možné nastaviť pomocou linearizačného modulu T1_Linear, aby sa prispôbil reálnym požiadavkám, na základe skutočného prvku TE.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 11 z 29

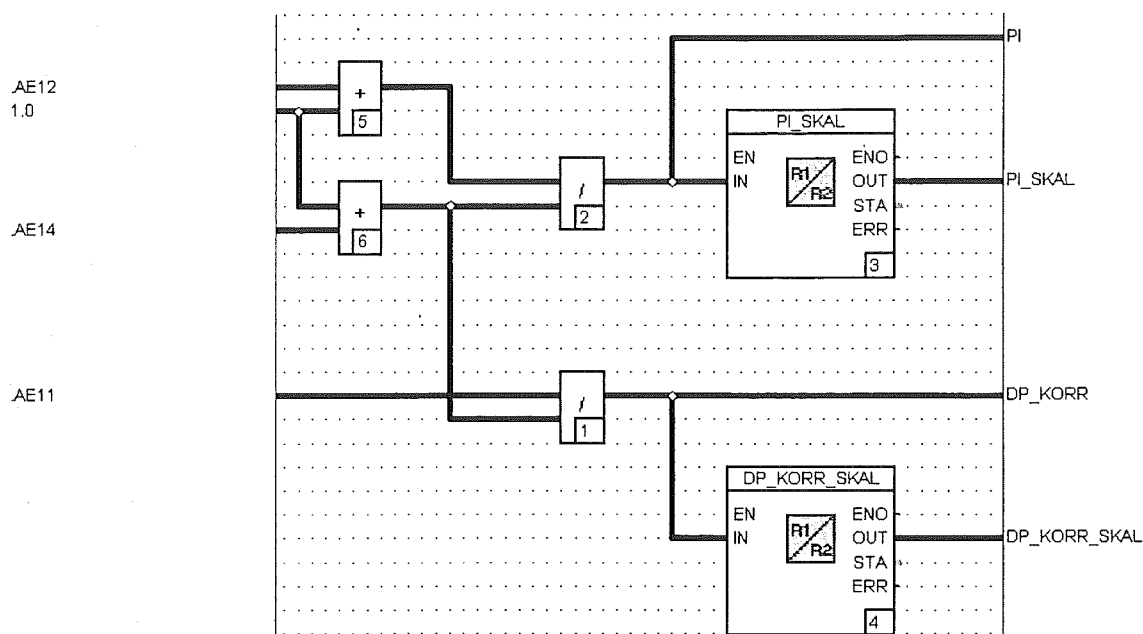
Control System Specification



V prípade chyby vstupu je signál odoslaný pre spracovanie poplachu.
Hodnota nastaveného výstupu .AE32 je zobrazená v °C na prednej strane panelu

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 12 z 29

3.2 Spracovanie hodnoty procesu a prispôsobenie signálu pre spracovanie nastavenej veličiny



Váhové hodnoty .AE11 (P), .AE12 (P₂), .AE14 (P₁) sú ďalej spracované pre algoritmus riadenia pomocou nasledujúcich výpočtov:

$$\frac{P_2}{P_1} = PI$$

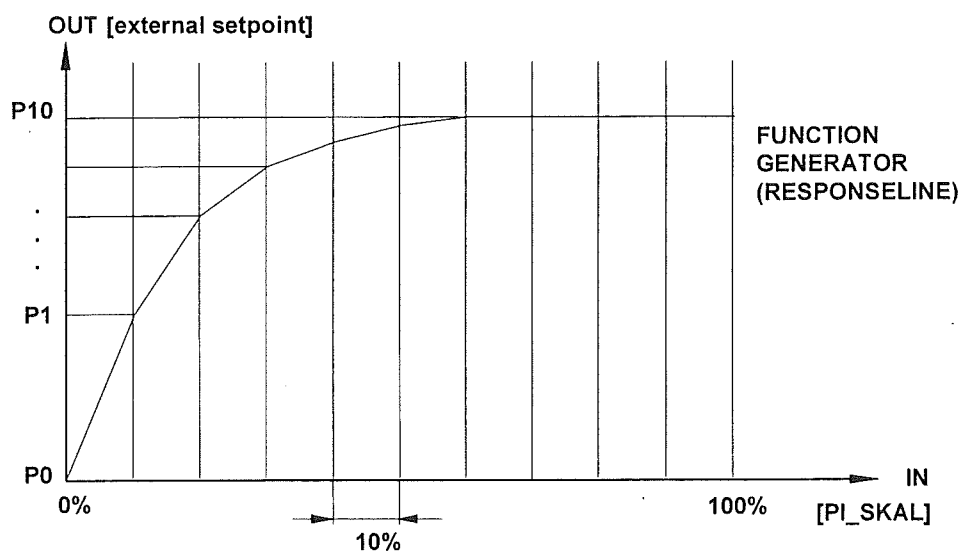
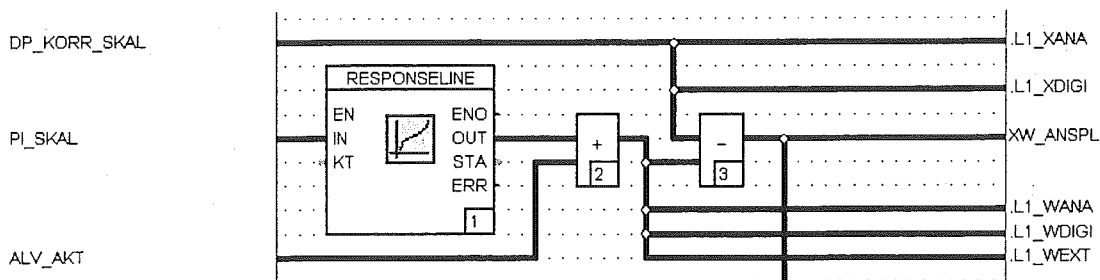
$$\frac{\Delta p}{P_1} = DP_KORR$$

Linearizačný modul **PI_SKAL** škáluje premennú **PI** (tlakový pomer) na signál 0-100%, a potom ho vysiela pre spracovanie nastavenej veličiny.

Linearizačný modul **DP_KORR_SKAL** škáluje premennú **DP_KORR** (prietok pri nasávaní delené nasávací tlak) na signál 0-100% a potom ho vysiela ako hodnotu procesu do protipulzačného regulátora.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 13 z 29

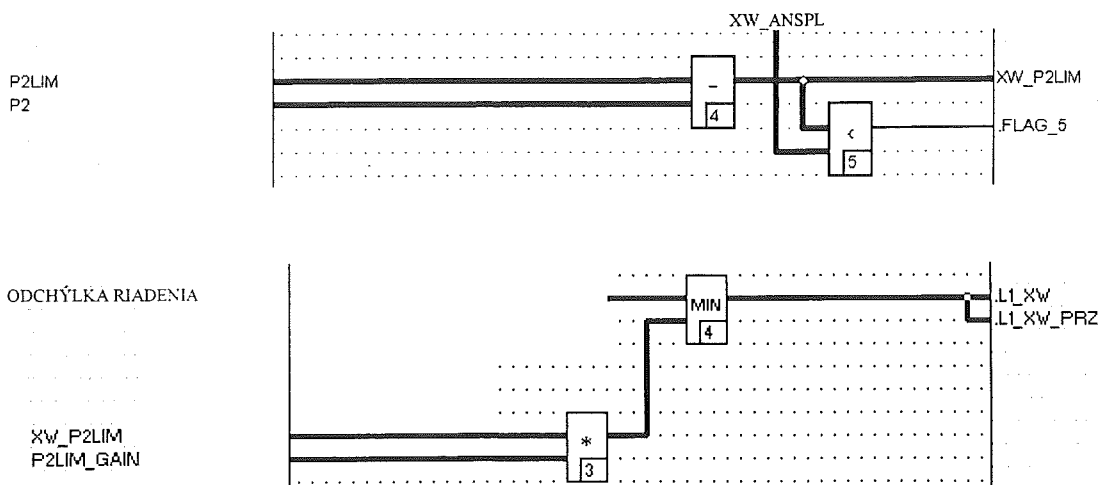
3.3 Spracovanie nastavenej veličiny



Váhová premenná PI_SKAL je potom pomocou generátora funkcie (linearizačný modul RESPONSELINE) prevedená do čiary odozvy. Funkcia pozostáva z 10 priamočiarych segmentov. Vhodnou voľbou 11 bodov prerušenia, ktoré môžu byť umiestnené na ľubovoľnom mieste, môže byť funkcia nastavená tak, aby sa dosiahla požadovaná paralelnosť medzi pulzačnou čiarou a čiarou odozvy. Výstup z generátora funkcie je ako (externá) nastavená veličina privádzaná do protipulzačného regulátora.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 14 z 29

3.4 Obmedzenie výstupného tlaku

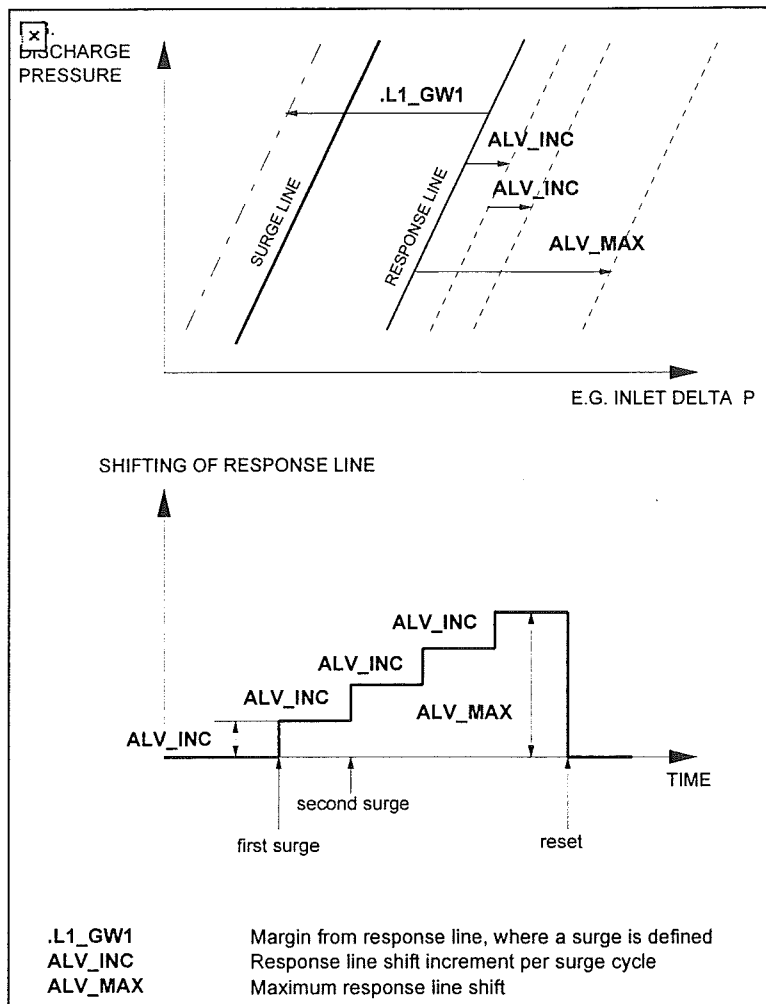


Váhový signál XW_ANSPL sa porovná s nastaviteľnou medznou hodnotou XW_P2LIM ($P2LIM - P2$).

Dynamická odozva kompresoru / procesu sa môže líšiť, ak pôsobí na protipulzačnej čiare odozvy alebo na obmedzení výstupného tlaku. Z toho dôvodu bol do obmedzenia tlaku implementovaný dodatočný koeficient zosilnenia $P2LIM_GAIN$, ktorého úlohou je vyrovnať sa s touto požiadavkou. Výstup tohto prírastku je privádzaný do modulu funkcie minimálneho výberu (MIN), ktorý zruší vyšší z dvoch vstupných signálov (napríklad protipulzačné riadenie alebo riadenie výstupného tlaku).

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 15 z 29

3.5 Posun čiary odozvy



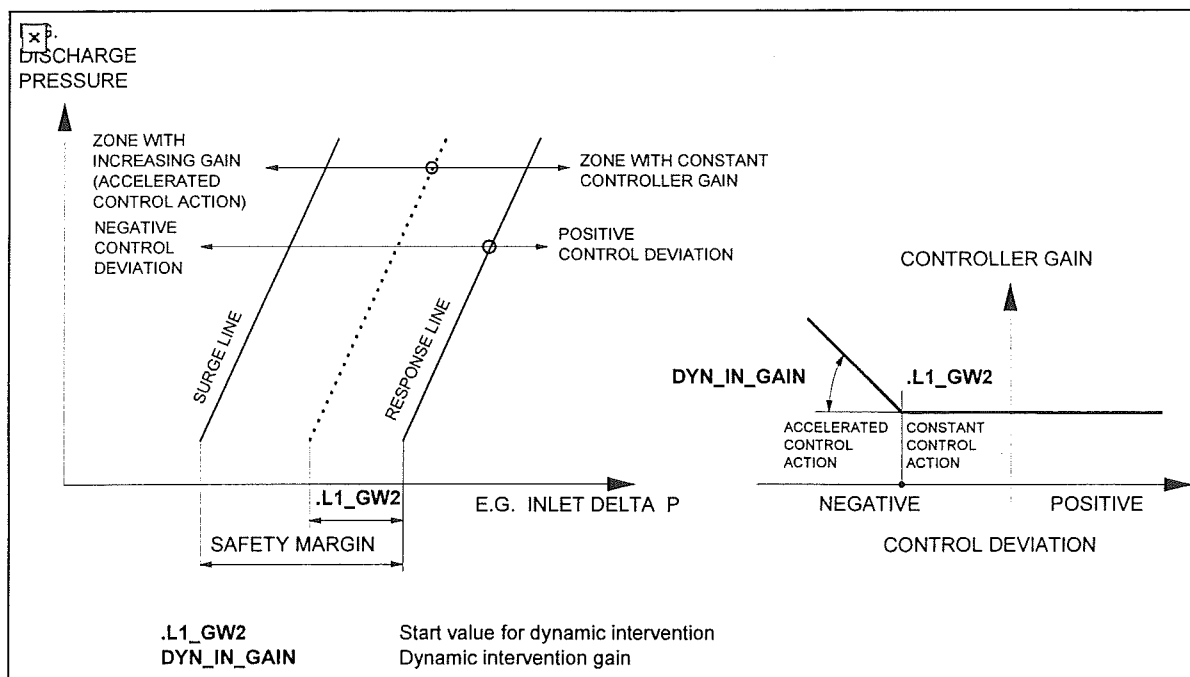
Počas prevádzky môže pulzačná čiara kompresoru zmeniť svoju polohu v dôsledku korózie alebo zanášania lopatiek / obežných kolies, zanášania medzichladičov, akejkolvek zmeny v zložení plynu atď. Táto zmena polohy môže mať za následok problémy s pulzovaním vzhľadom na skutočnosť, že čiara odozvy ostáva nemenná (zníženie bezpečnej vzdialenosti medzi pulzačnou čiarou a čiarou odozvy). Akonáhle je táto zmena polohy pulzačnej čiary dostatočne veľká, protipulzačný regulátor už viac nebude schopný zabráňovať pulzovaniu kompresoru.

V tomto prípade sa riadiaca čiara dá posunúť tak, aby sa zvýšila bezpečná vzdialenosť. Ak bol zistený cyklus pulzovania (prevádzkový bod kompresoru prekračuje riadiacu čiaru faktorom .L1_GW1), čiara odozvy bude automaticky posunutá mimo pulzačnej čiary. Hodnota tohto posunu sa dá nastaviť pomocou faktoru ALV_INC. Akýkoľvek ďalší cyklus pulzovania opätovne posunie čiaru odozvy faktorom ALV_INC. Maximálny povolený posun je možné nastaviť pomocou faktoru ALV_MAX. Poplašný signál oznámi operátorovi, že čiara odozvy bola posunutá minimálne raz.

Nastavením binárneho vstupu .BE03 môže byť posun čiary odozvy nastavený na pôvodnú hodnotu v prípade, ak bola príčina zmeny polohy pulzačnej čiary objavená a odstránená.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 16 z 29

3.6 Dynamický zásah

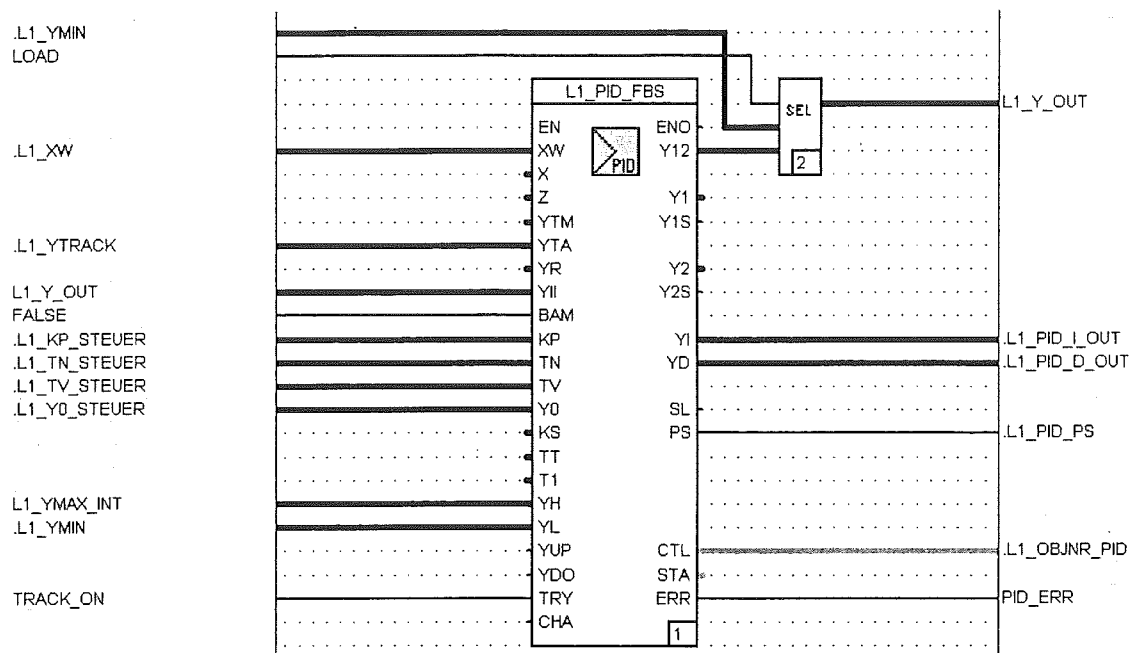


V prípade veľmi rýchleho pohybu prevádzkového bodu kompresoru smerom k pulzačnej čiare (napríklad zatvorením ventilu na výstupe) nemusí byť protipulzačný regulátor schopný zabrániť pulzovaniu kompresoru pri bežnej činnosti PI. Preto regulátor obsahuje špeciálnu dynamickú výbavu, ktorá zrýchli jeho zásah.

Vyššie spomenutý okruh funguje ako nelineárny (adaptívny) riadiaci systém. Čím viac prevádzkový bod prekračuje riadiacu čiaru, tým rýchlejšie dôjde k činnosti riadenia a tým rýchlejšie sa prevádzkový bod vráti späť na riadiacu čiaru. Táto nelineárna riadiaca činnosť neprekáža pri stabilnej prevádzke na čiare odozvy, pretože nelinearita začína až vo vzdialenosti .L1_GW2 za čiarou odozvy.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 17 z 29

3.7 Algoritmus riadenia PI s asymetrickým výstupom



Vypočítaná odchýlka riadenia .L1_XW medzi hodnotou procesu a nastavenou veličinou nakoniec vstupuje do proporcionálneho a integračného modulu riadenia. Pokiaľ kompresor pracuje v rámci stabilného rozmedzia, .L1_XW je kladný, výstup z regulátora je vysoký (pri 100 % výstupe signálu) a protipulzačný ventil ostáva zatvorený. Ak sa prevádzkový bod priblíži k čiare odozvy, .L1_XW dosiahne 0 %, výstup sa zníži a ventil sa otvorí.

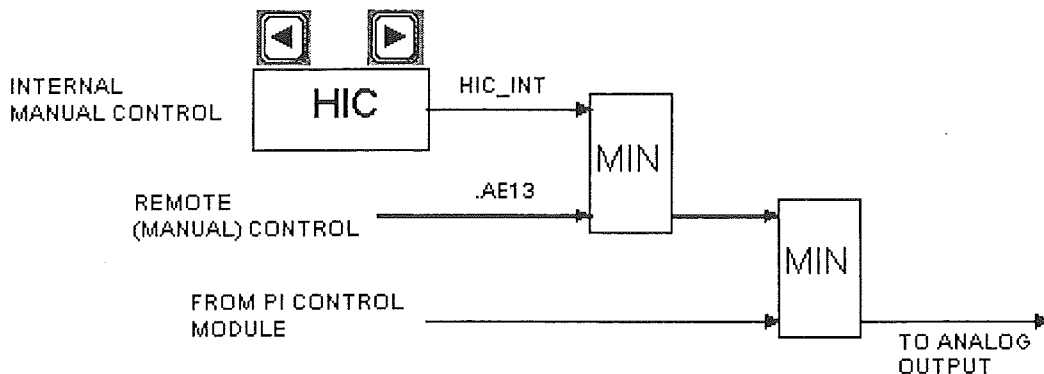
Špeciálny nelineárny modul riadiacej činnosti je dodávaný na zrýchlenie bežnej riadiacej činnosti PI v prípade, ak prevádzkový bod kompresoru presahuje čiaru odozvy. (pozrite časť 3.6).

Príliš rýchle zatvorenie protipulzačného ventilu môže viesť kompresor do stavu pulzovania. Na elimináciu tohto nežiadúceho stavu a pre dosiahnutie lepšej stability ovládania sa v rámci modulu regulátora PI aktivuje asymetrická funkcia (obmedzovač rýchlosti). Táto funkcia zdržuje narastajúci výstupný signál regulátora (pomalé zatvorenie protipulzačného ventilu), avšak klesajúci signál regulátora (rýchle otvorenie ventilu) necháva prejsť bez zdržania.

V kombinácii s nelineárnou riadiacou činnosťou táto asymetrická funkcia optimalizuje protipulzačný regulátor tak, že sa zaistí rýchly zásah riadenia aj stabilná prevádzka na čiare odozvy.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 18 z 29

3.8 Manuálne ovládanie

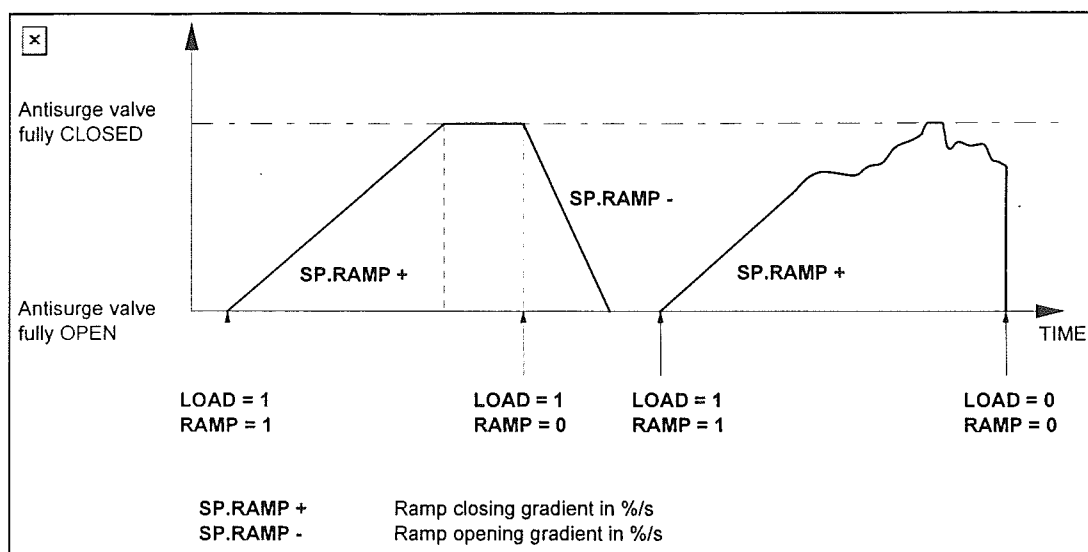


Pomocou stanice pre manuálne nastavenie záťaže je možné ručne ovládať protipulzačný ventil.

Výstup ručného ovládania a diaľkového ovládania (HIC 16074) a (proporcionálny/integračný) výstup riadiaceho modulu PI sú privádzané do modulu funkcie minimálneho výberu (MIN), ktorý dovoľuje prístup do protipulzačného ventilu (FV 16074) len tomu najnižšiemu. Stanica pre manuálne nastavenie záťaže (vnútorná a diaľková) umožňuje protipulzačnému ventilu iba otvorenie v širšom rozsahu, ako požaduje riadiaca jednotka. Nie je možné zatvoriť protipulzačný ventil, ak regulátor požaduje, aby bol otvorený. Manuálne nastavenie ventilu by malo byť vykonané len za špeciálnych podmienok, napríklad pre kontrolu fungovania ventilu alebo pre spúšťanie alebo zastavovanie kompresoru, ak sa nepoužíva sled automatického spustenia a zastavenia.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 19 z 29

3.9 Sled automatického spustenia a zastavenia



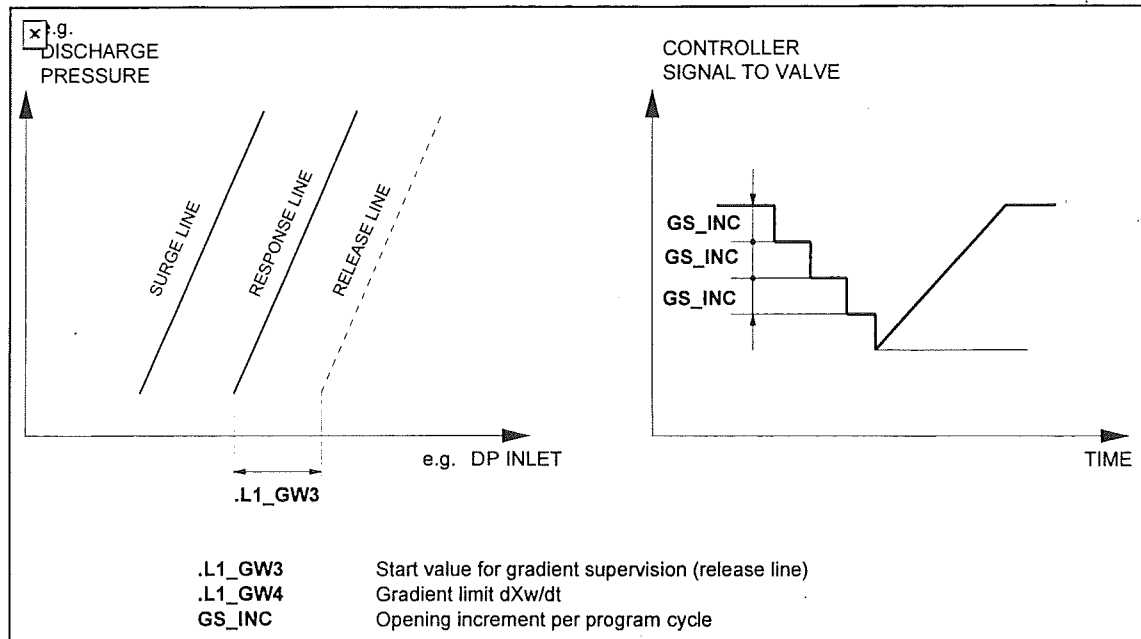
Pre účely automatického spustenia kompresoru je k dispozícii funkcia samostatnej rampy pre zaťaženie/odľahčenie generátora. Potom, ako je hnací mechanizmus kompresoru pripravený na záťaž (napríklad aby bola dosiahnutá minimálna prevádzková rýchlosť) je možné spustiť činnosť rampy zatvorením vonkajšieho kontaktu .BE02, to znamená, že protipulzačný ventil sa začne zatvárať v súlade s nastavením rampy SP.RAMP +, ak kompresor pracuje v rámci stabilného rozmedzia. V opačnom prípade riadiaca jednotka PI zasiahne ako pri bežnej riadiacej prevádzke.

Pri aktuálnej aplikácii sa ten istý signál používa pre funkciu LOAD a RAMP (HS 16074.1). Pomocou tejto funkcie RAMP nie je možné plynule odľahčiť kompresor.

Vypnutie kompresoru si vyžaduje okamžité otvorenie protipulzačného ventilu (funkcia kroku). To je možné dosiahnuť otvorením vonkajšieho kontaktu .BE01.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 20 z 29

3.10 Kontrola gradientu



Kontrola gradientu bola pridaná do nelineárnej riadiacej činnosti, aby sa zrýchlila odozva riadenia. Zabraňuje pulzovaniu v prípadoch, keď sa prudko zvýši odpor pri prevádzke.

Výstup regulátora sa postupne zníži veľkosťou GS_INC v nastaviteľných intervaloch (bežne 0,1 sekundy). Tento postup bude prebiehať, kým budú splnené nasledujúce dve kritériá.

Klesajúca rýchlosť zmeny odchýlky riadenia X_w (dX_w/dt) musí byť vyššia ako nastavená hranica gradientu .L1_GW4, to znamená, že len rýchly pohyb prevádzkového bodu kompresoru smerom k čiare odozvy spôsobí nejakú odozvu.

Prevádzkový bod kompresoru sa musí nachádzať na ľavej strane čiary uvoľnenia, ktorá sa nachádza vo vzdialenosti .L1_GW3 od čiary odozvy.

Kladné nastavenie .L1_GW3: činnosť začína už na pravej strane čiary odozvy (skorá činnosť).

Záporné nastavenie .L1_GW3: činnosť začína na ľavej strane čiary odozvy (neskorá činnosť).

Potom, ako sa jedno z týchto dvoch kritérií ukončí, regulátor sa vráti späť do bežného režimu riadenia s asymetrickou funkciou v module regulátora PI.

Kontrola gradientu pôsobí priamo na výstup regulátora (riadenie otvoreného cyklu), takže nie je závislá na bežnom nastavení regulátora PI.

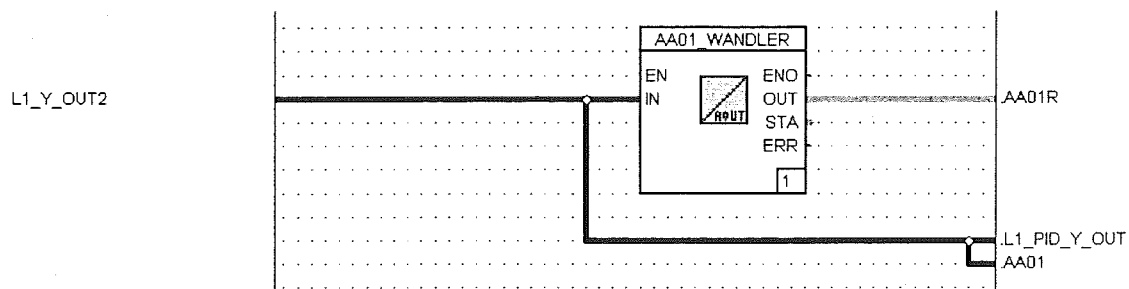
Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 21 z 29

3.11 Logika poplachu

Bežný poplach „Zlyhanie systému“ naznačuje, že minimálne jeden zo vstupov alebo výstupov regulátora je v nesprávnom stave, alebo že pri procese samokontroly bola zistená chyba v regulátore. Zariadenie obsahujúce chybu sa zobrazí na prednom paneli regulátora.

Údaj ERR_FT16007:	Chybný vstup FT 16007 (tlakový rozdiel)
Údaj ERR_PT16045:	Chybný vstup PT 16045 (výstupný tlak)
Údaj ERR_HIC16074:	Chybný vstup HIC 1074 (externý manuálny riadiaci signál)
Údaj ERR_PT16007:	Chybný vstup PT 16007 (nasávací tlak)
Údaj ERR_TE16007:	Chybný vstup TE 16007 (nasávací teplota)
Údaj ERR_TE16045:	Chybný vstup TE 16045 (výstupný tlak)
Údaj ERR_OUT_AA01:	Záťaž pri výstupe AA01 je príliš vysoká (výstup do protipulzačného ventilu)
Údaj R_LINE_SHIFT:	Čiara odozvy bola posunutá
Údaj SYSTEM_ERR:	Zlyhanie riadiaceho modulu PI

3.12 Analógové výstupy

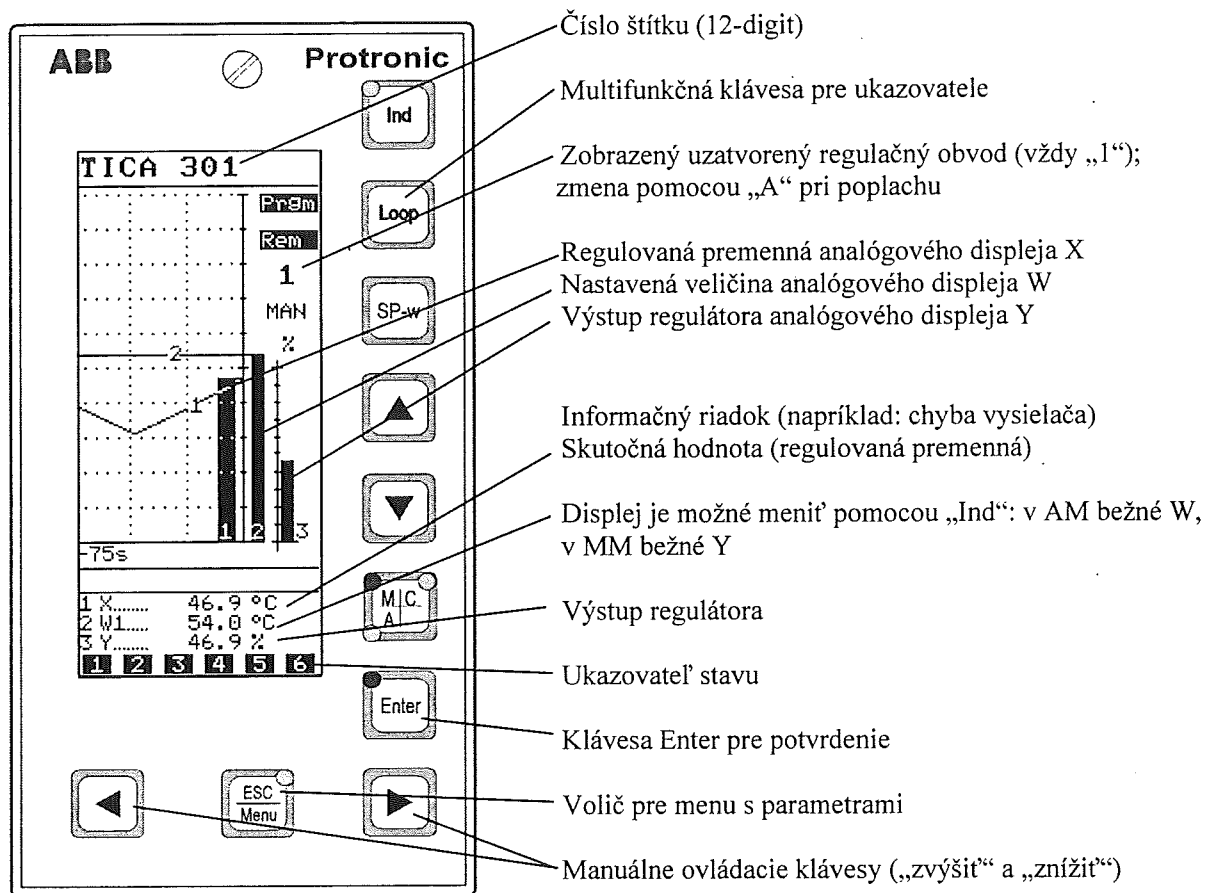


.AA01R je riadiaci signál pre polohovadlo protipulzačného ventilu.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 22 z 29

4 PREVÁDZKA REGULÁTORA

4.1 Ovládanie regulátora



Nasledujúce hodnoty sa dajú zobraziť stlačením klávesy



Sxt: Nastavená veličina v %

Err: Odchýlka riadenia v %

Out: Výstup regulátora v %

FT: Tlakový rozdiel v mbar



P1: Nasávací tlak v barg

P2: Výstupný tlak v barg

T1: Nasávací teplota v °C

T2: Výstupná teplota v °C

DPL: Nastavená veličina obmedzenia výstupného tlaku v %

YHi: Interné manuálne ovládanie v % (nastaviteľné pomocou  a )

YHe: Externý manuálny riadiaci signál v %

Ďalšie možnosti displeja a prevádzky nájdete v návode na použitie Protronic 550 42/62-55013.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 23 z 29

Ukazovatele stavu:

- 1: Regulátor zaťažný (aktívny)
- 2: Rampa v činnosti
- 3: Nepoužíva sa
- 4: Nepoužíva sa
- 5: Obmedzenie výstupného tlaku aktívne
- 6: Kontrola gradientu aktívna

4.2 Ladenie regulátora

Na prednom displeji regulátora sa dajú naladiť tieto parametre:

Body prerušenia čiary odozvy
Body prerušenia nelineárnej funkcie výstupnej rampy
Parametre regulátora



















Štruktúra softvéru regulátora neumožňuje, aby sa všetky parametre dali naladiť tým istým spôsobom. Rôzne postupy sú vysvetlené nižšie.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 24 z 29

4.2.1 Nasledujúci postup vysvetľuje ako naladiť hodnoty pre

Čiara odozvy
 Nelineárna výstupná rampa
 Nastavená veličina obmedzenia výstupného tlaku
 Prírastok obmedzenia výstupného tlaku
 Prírastok dynamického zásahu
 Posun čiary odozvy počas cyklu pulzovania
 Maximálny posun čiary odozvy
 Počiatočný nárast kontroly gradientu

Tieto hodnoty sú nasledujúcim spôsobom naladené na prednej časti regulátora:

1. Regulátor je v bežnom prevádzkovom režime; na textovom displeji (hlavné menu) je zobrazené číslo štítku.
2. Stlačte  > Na textovom displeji sa objaví nový ukazovateľ.
3. Opakovane stláčajte  alebo , až kým sa na textovom displeji neobjaví „Parameter“.
4. Stlačte  > a) Ak je heslo aktívne, zadajte heslo podľa pokynov v časti 4.3.
 b) Ak je heslo neaktívne, na textovom displeji sa objaví nápis „LOOP1“ alebo „INSTRUMENT“.
5. V prípade potreby stlačte  alebo , kým sa na textovom displeji neobjaví nápis „INSTRUMENT“.
6. Stlačte  > Jedna z hodnôt tabuľky (TAB 1.0 - 4.10) je zobrazená na displeji.
7. Opakovane stláčajte  alebo , až kým sa na textovom displeji neobjaví požadovaný index.
8. Stlačte  > LED dióda naľavo od klávesy „Enter“ sa rozsvieti na červeno a posledná číslica hodnoty tabuľky začne blikať.
9. Opakovane stláčajte , až kým nebude blikať tá číslica, ktorú chcete naladiť.
10. Opakovane stláčajte  alebo , až kým nedosiahnete požadovanú hodnotu.
11. Stlačením  potvrdíte nastavenú hodnotu.
 Stlačením  zrušíte nastavenie.
 -> LED dióda naľavo od klávesy „Enter“ sa vypne. Prejdite k bodu 7 pre ďalšie nastavenie.
12. Ak ste skončili, stlačte  > na textovom displeji sa objaví nápis „INSTRUMENT“.
13. Stlačte  > Na textovom displeji je zobrazené „Parameter“.
14. Stlačte  > Na textovom displeji je viditeľné číslo štítku.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004		
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 25 z 29	

Control System Specification



Tento zoznam obsahuje všetky laditeľné hodnoty:

Adresa	Názov	Funkcia	Jednotky
10	TAB1.0	Bod prerušenia čiary odozvy 0	EU = %
11	TAB1.1	Bod prerušenia čiary odozvy 1	EU = %
12	TAB1.2	Bod prerušenia čiary odozvy 2	EU = %
13	TAB1.3	Bod prerušenia čiary odozvy 3	EU = %
14	TAB1.4	Bod prerušenia čiary odozvy 4	EU = %
15	TAB1.5	Bod prerušenia čiary odozvy 5	EU = %
16	TAB1.6	Bod prerušenia čiary odozvy 6	EU = %
17	TAB1.7	Bod prerušenia čiary odozvy 7	EU = %
18	TAB1.8	Bod prerušenia čiary odozvy 8	EU = %
19	TAB1.9	Bod prerušenia čiary odozvy 9	EU = %
20	TAB1.10	Bod prerušenia čiary odozvy 10	EU = %
50	TAB3.0	Nastavená veličina obmedzenia výstupného tlaku	EU = %
51	TAB3.1	Prírastok obmedzenia výstupného tlaku	EU = %
52	TAB3.2	Prírastok dynamického zásahu	EU = %
53	TAB3.3	Posun čiary odozvy počas cyklu pulzovania	EU = %
54	TAB3.4	Maximálny posun čiary odozvy	EU = %
55	TAB3.5	Počiatkový nárast kontroly gradientu	EU = %



















Adresy 30 - 40 (TAB2.0 – TAB2.10) sa nepoužívajú.

Adresy 56 - 60 (TAB3.6 – TAB3.10) sa nepoužívajú.

Adresy 70 - 80 (TAB4.0 – TAB4.10) sa nepoužívajú.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 26 z 29

4.2.2 Naladenie všetkých ostatných hodnôt

1. Regulátor je v bežnom prevádzkovom režime; na textovom displeji (hlavné menu) je zobrazené číslo štítu.
2. Stlačte  -> Na textovom displeji sa objaví nový ukazovateľ.
3. Opakovane stláčajte  alebo  , až kým sa na textovom displeji neobjaví „Parameter“.
4. Stlačte  -> c) Ak je heslo aktívne, zadajte toto heslo podľa pokynov v časti 4.3.
d) Ak je heslo neaktívne, na textovom displeji sa objaví nápis „LOOP1“ alebo „INSTRUMENT“.
5. V prípade potreby stlačte  alebo  , kým sa na textovom displeji neobjaví „LOOP1“.
6. Stlačte  -> Jedna z nalaďiteľných hodnôt (adresy 1 – 199) je zobrazená na displeji.
7. Opakovane stláčajte  alebo  , až kým sa na textovom displeji neobjaví požadovaný index.
8. Stlačte  -> LED dióda naľavo od klávesy „Enter“ sa rozsvieti na červeno a posledná číslica hodnoty tabuľky začne blikať.
9. Opakovane stláčajte  , až kým nebude blikať tá číslica, ktorú chcete nalaďiť.
10. Opakovane stláčajte  alebo  , až kým nedosiahnete požadovanú hodnotu.
11. Stlačením  potvrdíte nastavenú hodnotu.
Stlačením  zrušíte nastavenie.
-> LED dióda naľavo od klávesy „Enter“ sa vypne. Prejdite k bodu 7 pre ďalšie nastavenie.
12. Ak ste skončili, stlačte  -> na textovom displeji sa objaví „LOOP1“.
13. Stlačte  -> Na textovom displeji je zobrazené „Parameter“.
14. Stlačte  -> Na textovom displeji je viditeľné číslo štítu.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ:	SPE	Časť:	000	Rev.:
				Jazyk:	EN	Strana 27 z 29

Control System Specification








Adresa	Názov	Funkcia	
1	GAIN	Proporcionálny nárast	-
2	RESET TIME	Integračný čas	min
67	OUT MIN	Minimálny výstup regulátora	%
68	OUT MAX	Maximálny výstup regulátora	%
69	OUT.RAMP +	Asymetrický výstupný konečný gradient	%/s
70	OUT.RAMP -	Asymetrický výstupný počiatočný gradient	%/s
77	SP.RAMP +	Rampa stúpa (LOAD)	EU/s = %/s
79	SP.RAMP -	Rampa klesá (UNLOAD)	EU/s = %/s
91	ALARM1	Rozpätie pre posun čiary odozvy	EU = %
92	ALARM2	Rozpätie pre dynamický zásah	EU = %
93	ALARM3	Rozpätie pre kontrolu gradientu	EU = %
94	ALARM4	Limit gradientu	EU = %/s

4.3 Heslo

Predvolené heslo je „02004“. Toto heslo je potrebné pre vstup do menu „INSTRUMENT“ a „LOOP1“. Po opustení menu „Parameter“ do hlavného menu (číslo štítu je viditeľné) ostane aktívne po dobu 30 sekúnd. Toto heslo je možné zmeniť. Prečítajte si prosím návod na obsluhu **ABB NORMELEC**.

Heslo sa musí zadať na prednej strane regulátora hneď, ako sa objaví menu „Parameter“.

1. Na textovom displeji regulátora je zobrazené „Heslo: 00000“. Číslica nachádzajúca sa úplne vľavo bliká.
2. Opakovane stláčajte , až kým nebude blikat tá číslica, ktorú chcete nastaviť.
3. Opakovane stláčajte  alebo , až kým nedosiahnete požadovanú hodnotu.
4. Opakujte kroky 2 a 3, až kým sa na displeji nezobrazí správne heslo.
5. Stlačte  -> Na textovom displeji je teraz zobrazené „LOOP1“ alebo „INSTRUMENT“.
6. Stlačte  ešte raz, aby ste vstúpili do jedného z týchto menu (pozrite si časť 4.2.1 krok 5 alebo 4.2.2 krok 5)

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ: SPE	Časť: 000	Rev.:	Jazyk: EN	Strana 28 z 29

5 PROTIPULZAČNÝ VENTIL


Protipulzačný ventil je vybavený polohovadlom pre proporcionálnu činnosť. Toto polohovadlo porovnáva prichádzajúci zadávací signál s dráhou drieku ventilu a mení jeho výstup, až kým sa nedosiahne zhoda medzi zadávacím signálom a dráhou ventilu. Tým sa dráha pevne spojí so zadávacím signálom, ktorý je nezávislý od intenzity rušenia, ako napríklad trenie upchávky ventilu atď.

Akčný orgán ventilu je vybavený solenoidovým ventilom. Ten slúži na rýchle otvorenie protipulzačného ventilu pri vypínaní kompresoru. Solenoidový ventil prijíma signál z logiky odstavenia, potom preruší prísun vzduchu do ovládača membrány a ten zároveň odvodušňuje do atmosféry, aby sa protipulzačný ventil mohol rýchlo otvárať.

Popis:	Principle Description ASC RG31-4			Projekt:	KOSBOOST 2004	
Dokument:	837017436	Typ:	SPE	Časť:	000	Rev.:
				Jazyk:	EN	Strana 29 z 29

KOSBOOST 2004

Principle Description of Antisurge Control System

				
N° D'AFFAIRE JOB NUMBER	FMT FMT	GROUPE GROUP	N° NBR	Rev Rev
KOSICE 50-3023-01	A4	612		

Rev.	Changed	Date	Checked	Date	Change no.	Change description
Rindlisbacher H		21.07.2005	Rindlisbacher H	21.07.2005		
Issued		Date	Checked	Date	Released	Date
Type/Size:	RG 31-4				Project no.:	N.7100175
Description:	Principle Description ASC RG31-4				Project:	KOSBOOST 2004
Document:	837017436	Type:	SPE	Part:	000	Rev.:
						Lang.: EN
						Page 1 of 28

The reproduction, distribution and utilisation of this document as well as the communication of its contents to other without explicit authorization is prohibited. Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of the grand of a patent, utility model or design.

Control System Specification



REFERENCE DOCUMENTS

Compressor Unit P&I-Diagram	10000 198 450
Instrument Specification	10000 198 462
Wiring Diagram Protronic 550	837 017 468
Controller Configuration ASC RG31-4	837 019 325 001

CONTENTS

1 GENERAL	3
1.1 Purpose of Control	3
1.2 Mode of Operation	4
2 DESCRIPTION OF THE CONTROL SYSTEM	6
2.1 Input Signals	6
2.1.1 Flow Measurement	6
2.1.2 Suction Pressure Measurement	6
2.1.3 Discharge Pressure Measurement	6
2.1.4 External Manual Control Signal / Optional	6
2.2 Antisurge Controller	7
3 DESCRIPTION OF ANTISURGE CONTROL PROGRAM	8
3.1 Analog Input Treatment	9
3.1.1 Flow Measurement	9
3.1.2 Discharge Pressure Measurement	9
3.1.3 External (Manual) Control	10
3.1.4 Suction Pressure Measurement	10
3.1.5 Suction Temperature Measurement	11
3.1.6 Discharge Temperature Measurement	11
3.2 Process Value Treatment and Signal Adaptation for Setpoint Treatment	12
3.3 Setpoint Treatment	13
3.4 Discharge Pressure Limitation	14
3.5 Shifting of Response Line	15
3.6 Dynamic Intervention	16
3.7 PI Control Algorithm with Asymmetric Output	17
3.8 Manual Control	18
3.9 Automatic Start and Stop Sequence	19
3.10 Gradient Supervision	20
3.11 Alarm Logic	21
3.12 Analog Outputs	21
4 CONTROLLER OPERATION	22
4.1 Controller Handling	22
4.2 Controller Tuning	23
4.2.1 The procedure below explains how to tune the values for	24
4.2.2 Tuning of all other values	26
5 ANTISURGE VALVE	28

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 2 of 28

1 GENERAL

CAUTION

A turbocompressor is a pressure generating equipment. Operation of the equipment in contradiction with the instructions may cause damage to the installation or injuries to personnel. Therefore only authorised and trained people are allowed to operate this equipment.

Please read this description carefully before operating the compressor.

1.1 Purpose of Control

(see also Discharge Pressure versus Flow Diagram Fig. 1)

The gas flow through a turbocompressor cannot be reduced at liberty. The useful range of operation is limited by the surge limit. If the compressor is required to supply less gas at a given pressure than corresponding to this limit, the flow through the compressor becomes unstable; the compressor starts to surge. Flow rate and discharge pressure collapse suddenly and rise again in rapid succession, causing a pumping noise.

THE COMPRESSOR MUST BE PREVENTED FROM OPERATING UNDER THESE CONDITIONS !

In order to avoid surging, an antisurge control system is provided, which keeps the compressor flow rate at the admissible minimum value by opening an antisurge valve. The gas in excess of the plant requirements is recycled through the antisurge valve to the suction side so that the compressor continues to work in the stable range (at the right side of the surge limit), even if only a small gas quantity is delivered to the plant.

Possible damages caused by surging are :

- thrust bearing failure
- rubbing of labyrinth strips causing higher clearances and consequently higher leakage / thrust forces
- rubbing of impellers/blades
- failure of blading on axial compressors due to overstress/overheating
- damages on suction filter, silencer, process armatures etc.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 3 of 28

CAUTION

The antisurge control system is a safety device for the operation of the turbocompressor. If for some reason this control system fails, the compressor may surge and the above stated possible damages may occur. In order to avoid compressor damages and injuries to personnel, the turbocompressor must not be operated with a faulty or without antisurge control system.

1.2 Mode of Operation

The diagram Fig. 1 shows the mode of operation of the antisurge control system in the discharge pressure - flow diagram. The surge limit is represented by the line "a". If at constant speed, the plant flow resistance is increased from w_1 to w_2 , the operating point slides along the characteristic curve from 1 to 2 and the flow rate V_1 is reduced to V_2 , i.e. the operating point approaches the surge line. If the flow rate is further reduced to V_3 , the compressor would start to surge. To avoid this, the antisurge controller intervenes when the operating point 3* is reached (flow rate V_3^*) and starts to open the antisurge valve. With further reduction of the flow rate to V_4 , the antisurge valve opens so far that the difference $V_3^* - V_4$ is recycled. As far as the plant is concerned, the compressor operates apparently in point 4 (in the unstable range), while in fact it continues to run in the stable range in point 3*.

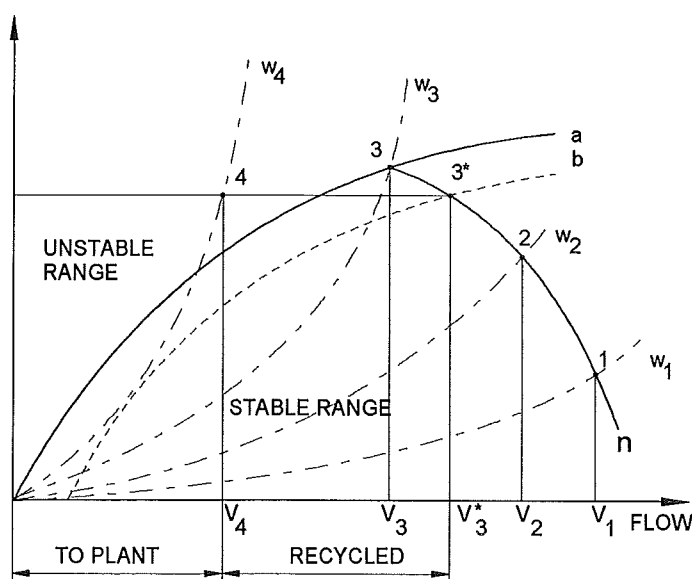


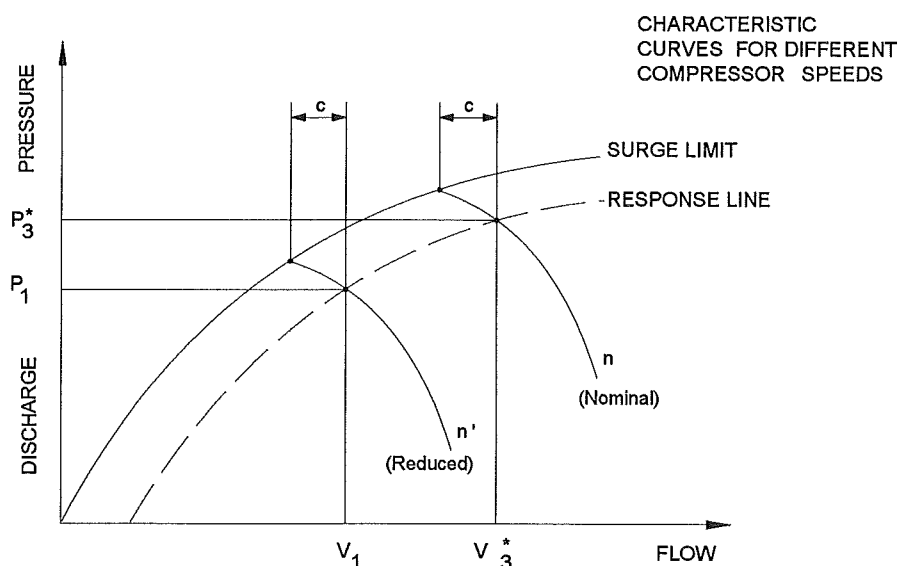
FIG. 1

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 4 of 28

The diagram Fig. 2 shows that with increasing compressor pressure ratio, the antisurge controller must start its intervention at a larger volume i.e. the greater the pressure ratio is, the greater is the minimum required flow (compare V_3^* and V_1 and the corresponding pressure ratio P_3^* and P_1). A single set point for the controller would therefore not be practicable as the working range of the compressor would be unduly narrowed. In order to prevent unnecessary recycling of compressed gas, the response line "b", which connects all the points where the antisurge valve starts to open, is used as set value curve for the antisurge controller. This curve is shaped as a function of the compressor pressure ratio in such a way that it runs in parallel with the surge limit. Between the surge limit and the response line is the safety margin "c".

The response line thus attributes to every pressure ratio a minimum flow rate.

FIG. 2



Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 5 of 28

2 DESCRIPTION OF THE CONTROL SYSTEM

2.1 Input Signals

2.1.1 Flow Measurement

The gas flow through the compressor is measured by the flow measuring device (placed at compressor discharge) furnishing the differential pressure D_p . The D_p -value is proportional to the square of the mass flow and acts on the differential pressure transmitter FT 16007. The latter delivers an output signal of 4...20 mA which is fed into the **PROTRONIC 550** controller.

2.1.2 Suction Pressure Measurement

The compressor suction pressure is measured by the pressure transmitter PT 16007. The transmitter generates an output signal of 4...20 mA which is fed into the **PROTRONIC 550** controller.

2.1.3 Discharge Pressure Measurement

The compressor discharge pressure is measured by the pressure transmitter PT 16045. The transmitter generates an output signal of 4...20 mA which is fed into the **PROTRONIC 550** controller.

2.1.4 External Manual Control Signal / Optional

The manual control signal HIC 16074 is a 4-20mA analog signal from the DCS or station control system. This signal is fed directly into the **PROTRONIC 550** controller. HIC 16074 is used to open the blow-off valve. Decreasing signal opens the valve (4 mA := valve open, 20 mA := valve closed). (refer to 3.7)

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 6 of 28

2.2 Antisurge Controller

ABB NORMELEC (former HARTMANN & BRAUN) developed the digital control system **PROTRONIC 550**. With regard to the various control applications which have to be handled on a turbocompressor, the **PROTRONIC 550** system is a tailor made system. This system combines not only all necessary control functions in one compact instrument, it also simplifies the operation and maintenance. The use of only one hardware component for various applications cuts back drastically the number of spare parts.

Further advantages of the system are :

- The controller can be expanded with different input and output modules to meet the required control application.
- Auto diagnosis
- Isolated analog and binary inputs
- Built-in transmitter power supply of 21 VDC
- User defined control modes
- Bumpless manual - automatic transfer
- 60 milliseconds cycle time (with the user program)
- The user program is stored in a Flash-EPROM. All data will remain in the controller in case of power failure.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 7 of 28

3 DESCRIPTION OF ANTISURGE CONTROL PROGRAM

MAN TURBO has developed a program for the special requirements of a turbocompressor. All necessary features to guarantee an optimal operation of the compressor are included. This program contains the following function groups:

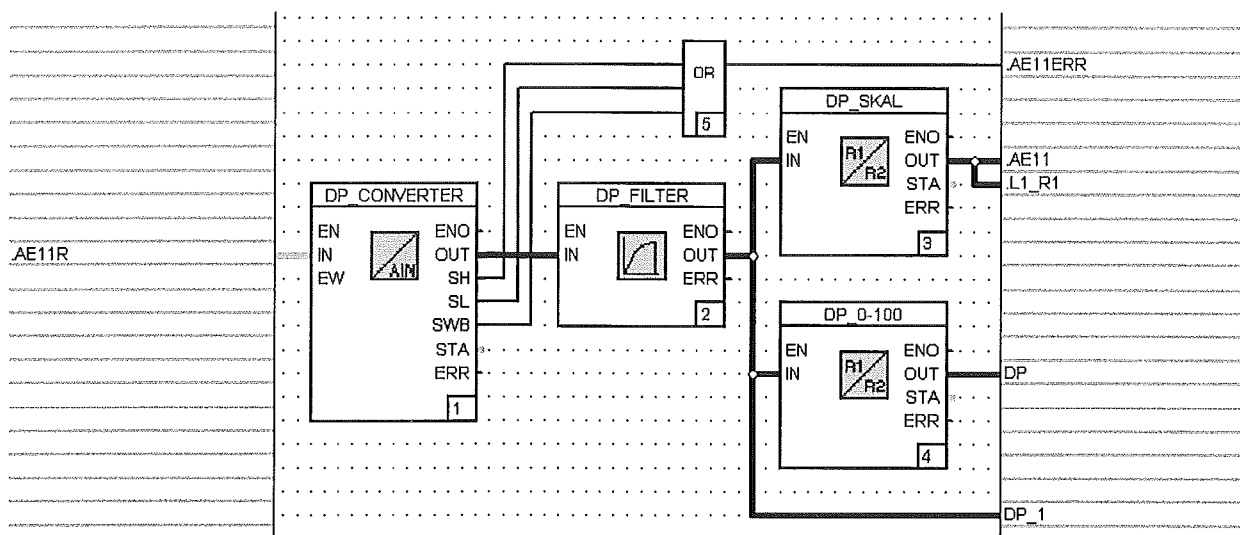
- Analog Input Treatment
- Process Value Treatment and Signal Adaptation for Setpoint Treatment
- Setpoint Treatment
- Discharge Pressure Limitation
- Shifting of Response Line
- Dynamic Intervention
- PI-Control Algorithm with Asymmetric Output
- Manual Control
- Automatic Start and Stop Sequence
- Gradient Supervision
- Alarm Logic
- Analog Outputs

The following sections describe the function of these blocks. Please refer to the configuration for detailed information.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 8 of 28

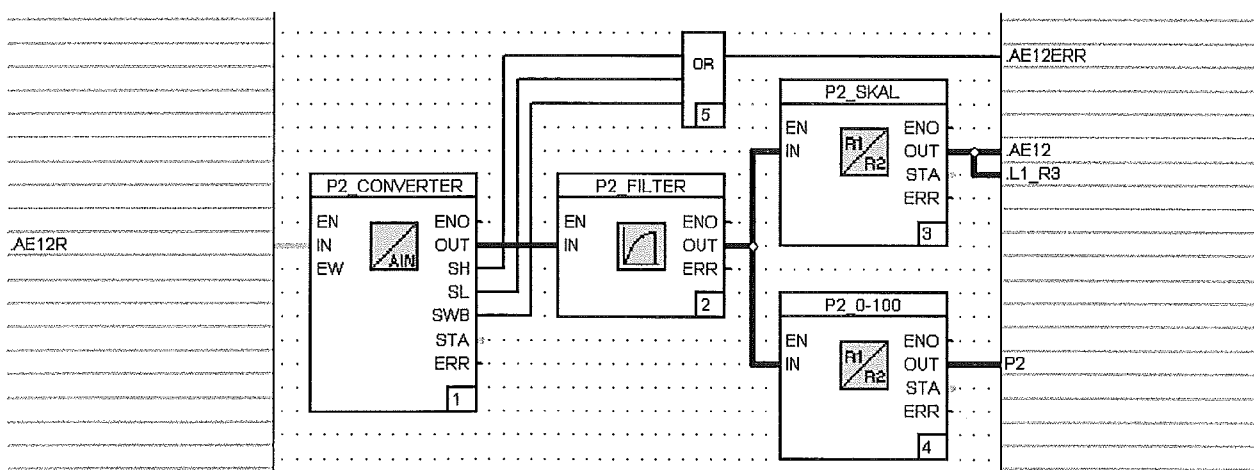
3.1 Analog Input Treatment

3.1.1 Flow Measurement



The input signal **.AE11R** (differential pressure measured by FT 16007) can be spread or squeezed with the scaling module **DP_SKAL** and the zero point can be elevated to adapt the actual requirements. The scaled output **.AE11** is fed to the process value treatment. In case of an input error a signal is sent to the alarm treatment. The analog input value is displayed on the panel front in engineering units.

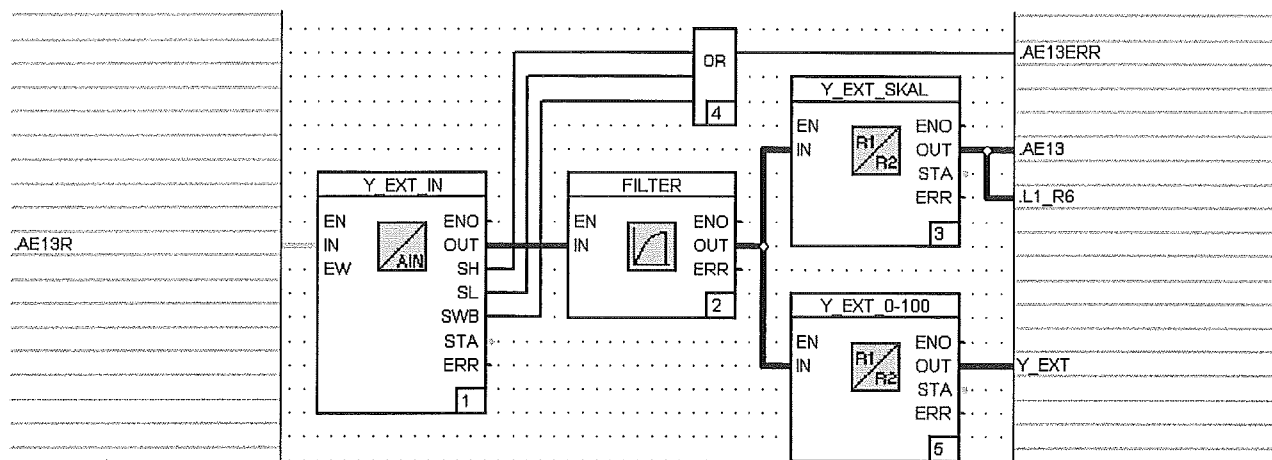
3.1.2 Discharge Pressure Measurement



The input signal **.AE12R** (discharge pressure measured by PT 16045) can be spread or squeezed with the scaling module **P2_SKAL** and the zero point can be elevated to adapt the actual requirements. The scaled output **.AE12** is fed to the setpoint treatment. In case of an input error a signal is sent to the alarm treatment. The analog input value is displayed on the panel front in engineering units.

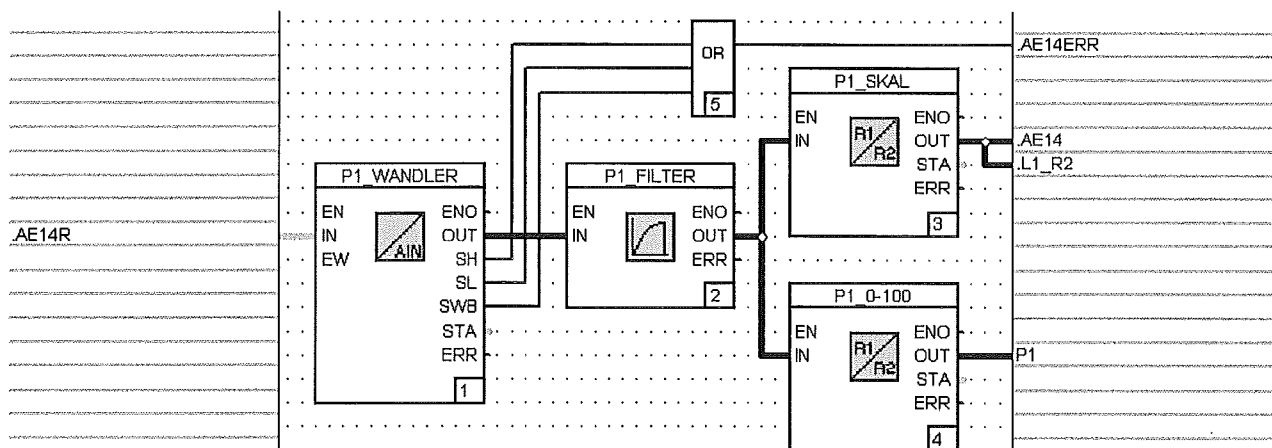
Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 9 of 28

3.1.3 External (Manual) Control



The input signal .AE13R (external manual control HIC 16074) can be spread or squeezed with the scaling module Y_EXT_SKAL and the zero point can be elevated to adapt the actual requirements. The scaled output Y_EXT is fed to the manual control treatment. In case of an input error a signal is sent to the alarm treatment. The analog input value is displayed on the panel front in percent. (0 % := valve open, 100% := valve closed).

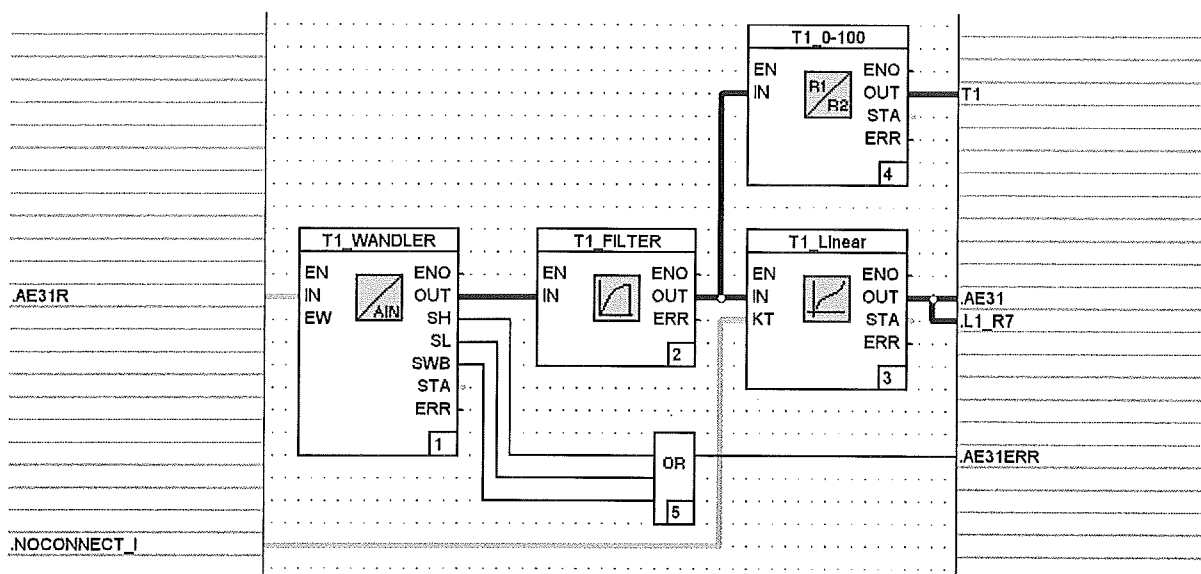
3.1.4 Suction Pressure Measurement



The input signal .AE14R (suction pressure PT 16007) can be spread or squeezed with the scaling module P1_SKAL and the zero point can be elevated to adapt the actual requirements. The scaled output .AE14 is fed to the process value and setpoint treatment. In case of an input error a signal is sent to the alarm treatment. The analog input value is displayed on the panel front in percent.

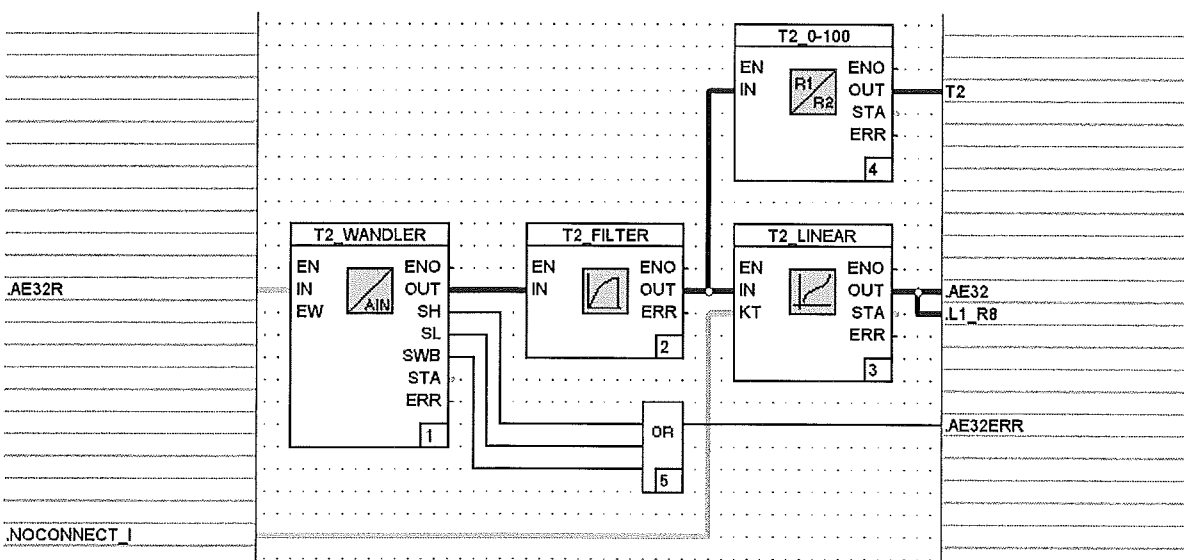
Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 10 of 28

3.1.5 Suction Temperature Measurement



The input signal .AE31R (suction temperature TE 16007) can be adjusted with the linearization module T1_Linear to adapt the actual requirements, based on the actual TE element. In case of an input error a signal is sent to the alarm treatment. The adjusted output .AE31 value is displayed on the panel front in °C.

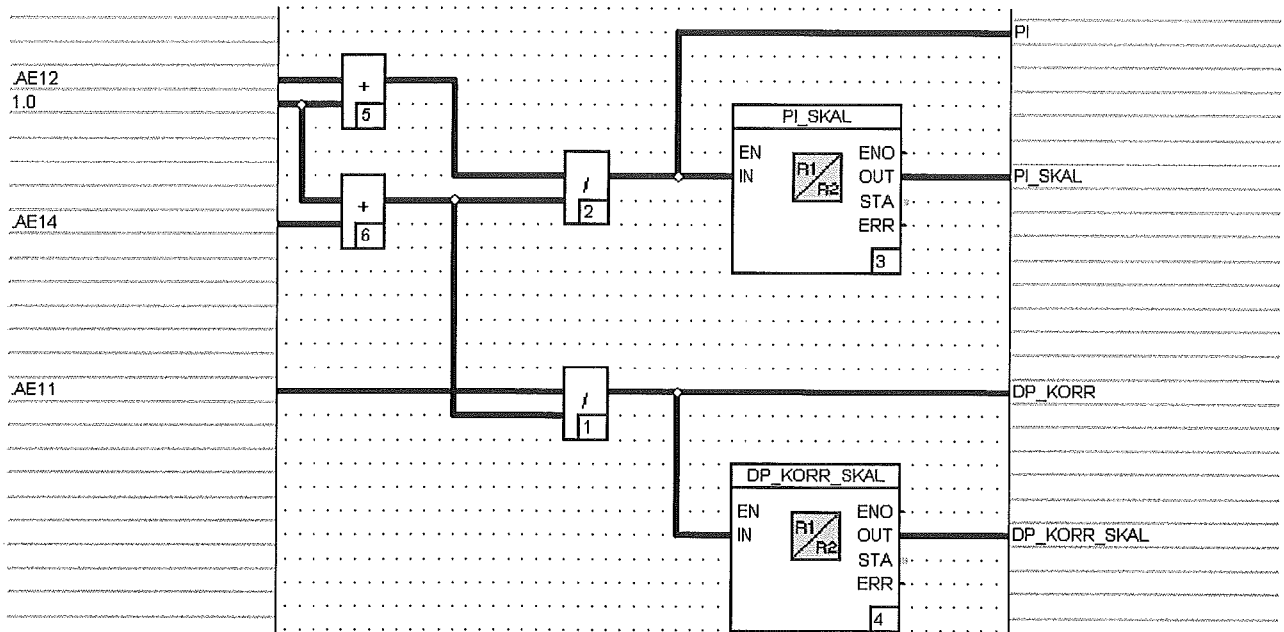
3.1.6 Discharge Temperature Measurement



The input signal .AE32R (discharge temperature TE 16045) can be adjusted with the linearization module T2_Linear to adapt the actual requirements, based on the actual TE element. In case of an input error a signal is sent to the alarm treatment. The adjusted output .AE32 value is displayed on the panel front in °C.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 11 of 28

3.2 Process Value Treatment and Signal Adaptation for Setpoint Treatment



The scaled values .AE11 (ΔP), .AE12 (P_2), .AE14 (P_1) are further processed for the control algorithm with the following calculations:

$$\frac{P_2}{P_1} = PI$$

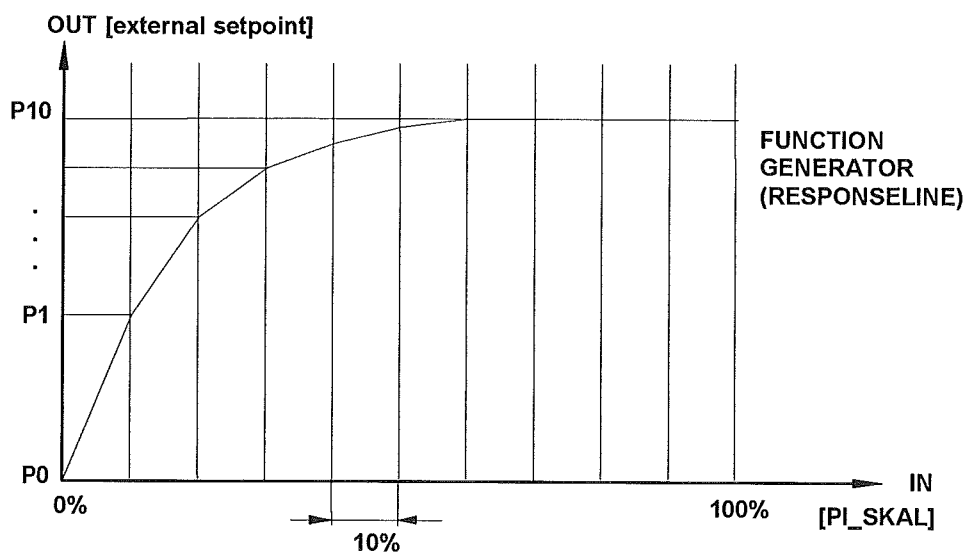
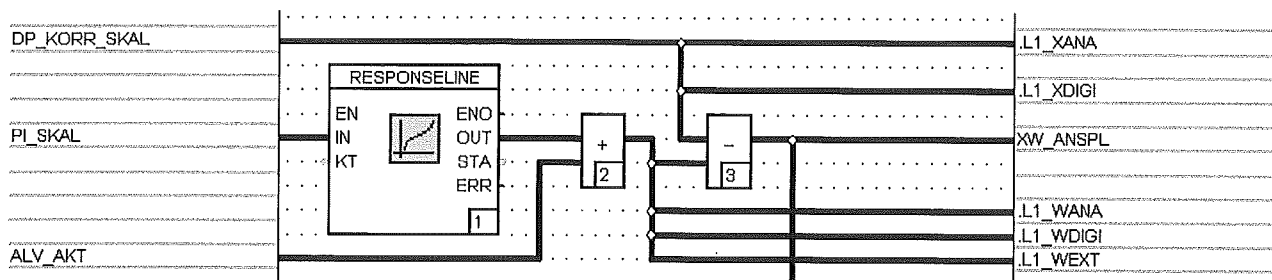
$$\frac{\Delta P}{P_1} = DP_KORR$$

The linearizing module PI_SKAL scales the variable PI (pressure ratio) to a signal 0-100% and feeds it into setpoint treatment.

The linearizing module DP_KORR_SKAL scales the variable DP_KORR (suction flow divided by suction pressure) to a signal 0-100% and feeds it as the process value to the antisurge controller.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 12 of 28

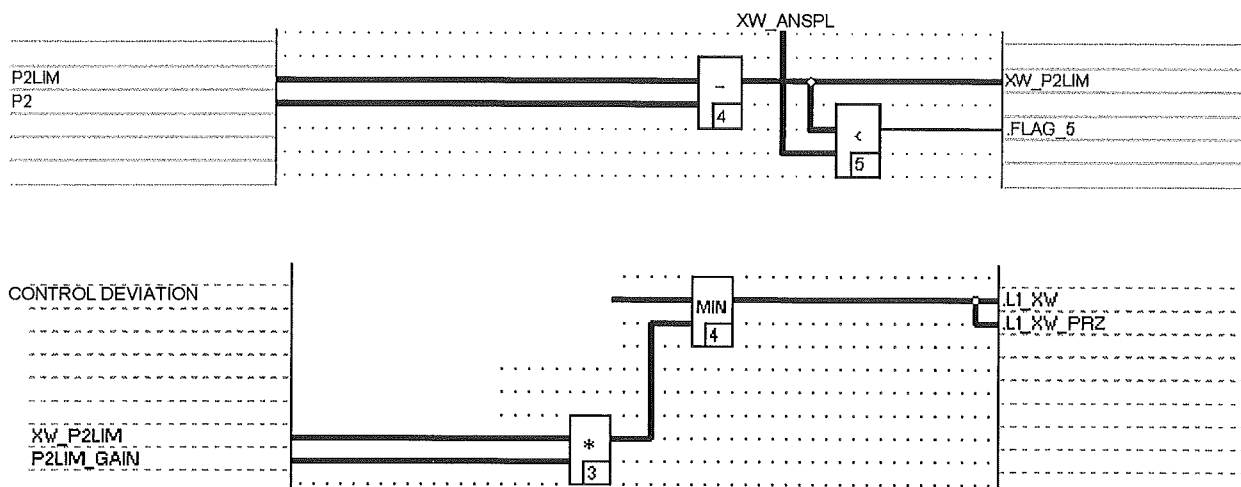
3.3 Setpoint Treatment



The scaled variable PI_SKAL is then converted by the function generator (linearising module RESPONSELINE) into the response line. The function is made by 10 straight line segments. By a suitable choice of the 11 breakpoints, which can be placed at any place, the function can be adjusted in such a way that the desired parallelism between the surge line and the response line is obtained. The output of the function generator is fed as (external) setpoint to the antisurge controller.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 13 of 28

3.4 Discharge Pressure Limitation

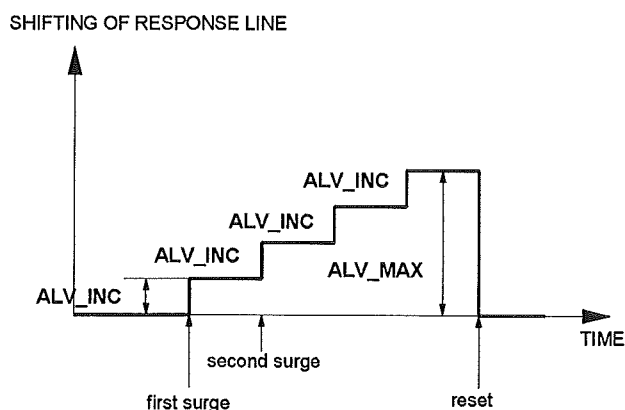
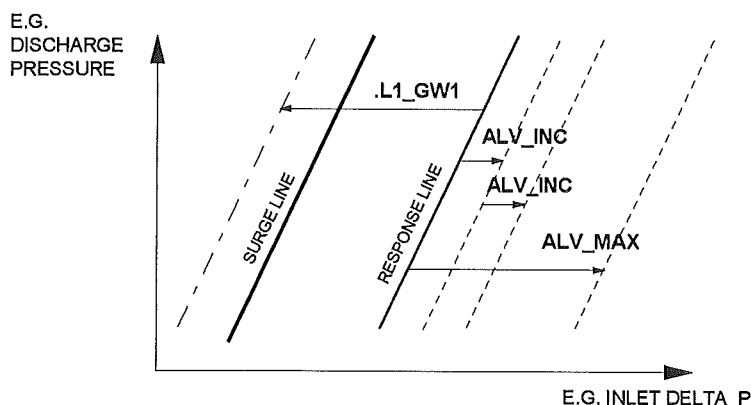


The scaled signal XW_ANSPL is compared with the adjustable limiting value XW_P2LIM ($P2LIM - P2$).

The dynamic response of the compressor / process may be different when running on the antisurge response line or on the discharge pressure limitation. Therefore, an additional gain factor $P2LIM_GAIN$ has been implemented into the pressure limitation to cope with this requirement. The output of this gain adaptation is fed into a minimal selection function module (MIN), which cuts off the higher one of the two inputs signals (i.e. antisurge or discharge pressure control).

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 14 of 28

3.5 Shifting of Response Line



.L1_GW1
ALV_INC
ALV_MAX

Margin from response line, where a surge is defined
Response line shift increment per surge cycle
Maximum response line shift

The surge line of a compressor can change its position during the time of operation due to corrosion or fouling of the blades / impellers, fouling of intercoolers, any change in the gas composition, etc. This displacement can cause surge problems due to the fact that the response line remains invariant (reduction of safety margin between surge and response line).

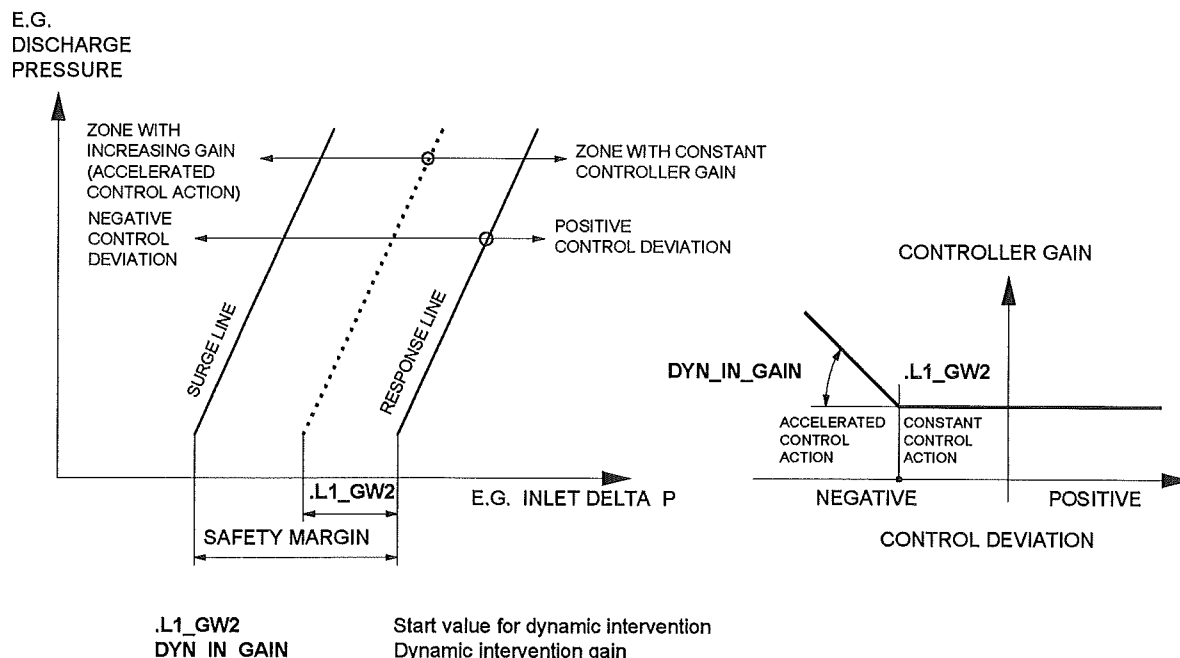
Once this displacement of the surge line is large enough, the antisurge controller will no longer be able to prevent the compressor from surging.

In this event, the control line can be shifted in such a way that the safety margin will be increased. If a surge cycle has been detected (compressor operating point overshoots the control line by factor .L1_GW1), the response line will automatically be shifted away from the surge line. The value of this shifting can be adjusted with factor ALV_INC. Any further surge cycle will shift the response line again by factor ALV_INC. The maximum allowable shifting can be adjusted with factor ALV_MAX. An alarm will indicate to the operator that the response line has been shifted at least once.

By setting the binary input .BE03 the shifting of the response line can be set back to its original value when the cause of the surge line displacement has been determined and eliminated.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 15 of 28

3.6 Dynamic Intervention

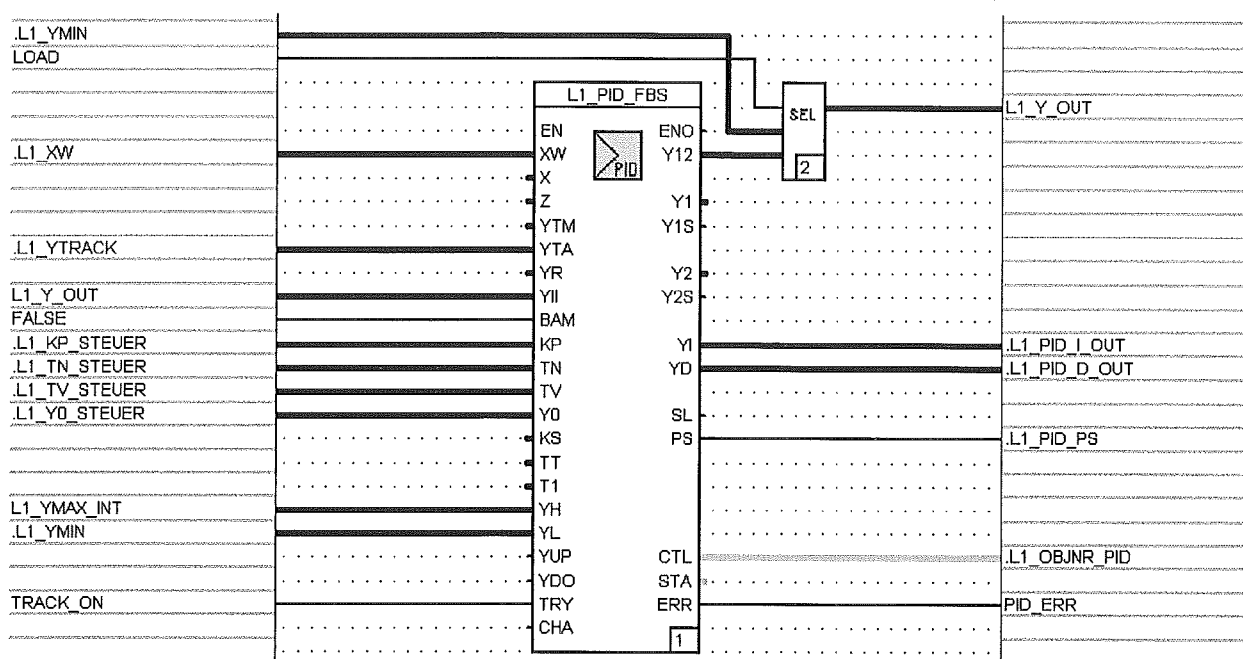


In case of a very rapid movement of the compressor operating point towards the surge line (e.g. by closing a valve on the discharge), the antisurge controller may not be able to prevent the compressor from surging by its normal PI-action. The controller is therefore equipped with a special dynamic set-up to accelerate its intervention.

The above circuit acts as a non-linear (adaptive) control system. The more the operating point overshoots the control line, the faster the control action becomes and the faster the operating point is brought back onto the control line. This non-linear control action does not obstruct a stable operation on the response line, because the non-linearity only starts in a distance .L1_GW2 beyond the response line.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 16 of 28

3.7 PI Control Algorithm with Asymmetric Output



The calculated control deviation **.L1_XW** of process value and setpoint finally enters the proportional and integral control module. As long as the compressor operates within the stable range, **.L1_XW** is positive, the output of the controller is high (at 100 % signal output) and the antisurge valve is kept closed. When the operating point approaches the response line, **.L1_XW** becomes 0 %, the output decreases and the valve opens.

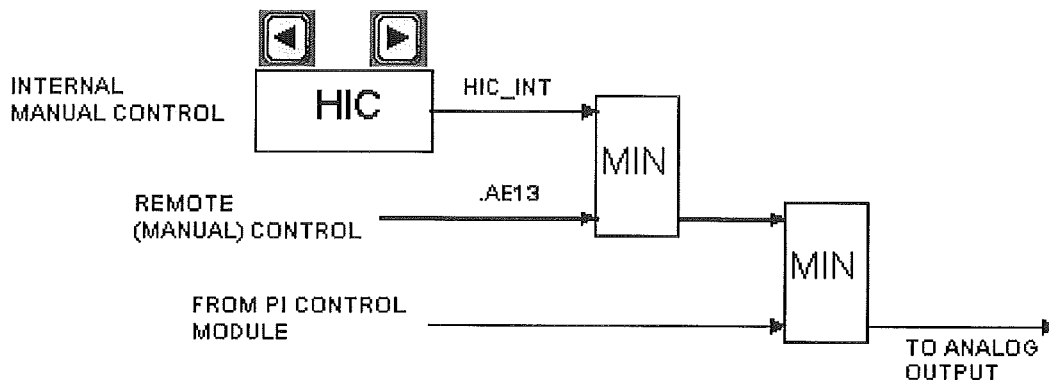
To speed up the normal PI-control action in case the compressor operating point overshoots the response line, a special non-linear control action module has been provided. (See section 3.6).

Too fast closing of the antisurge valve can push the compressor into a surge condition. To eliminate this undesired condition and for better control stability, the asymmetric function (rate limiter) is activated within the PI-controller module. This function delays an increasing controller output signal (slow closing of the antisurge valve), but it lets pass undelayed a decreasing controller signal (fast opening of the valve).

This asymmetric function combined with the non-linear control action optimises the antisurge controller in such a way that a fast control intervention and a stable operation on the response line are ensured.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 17 of 28

3.8 Manual Control



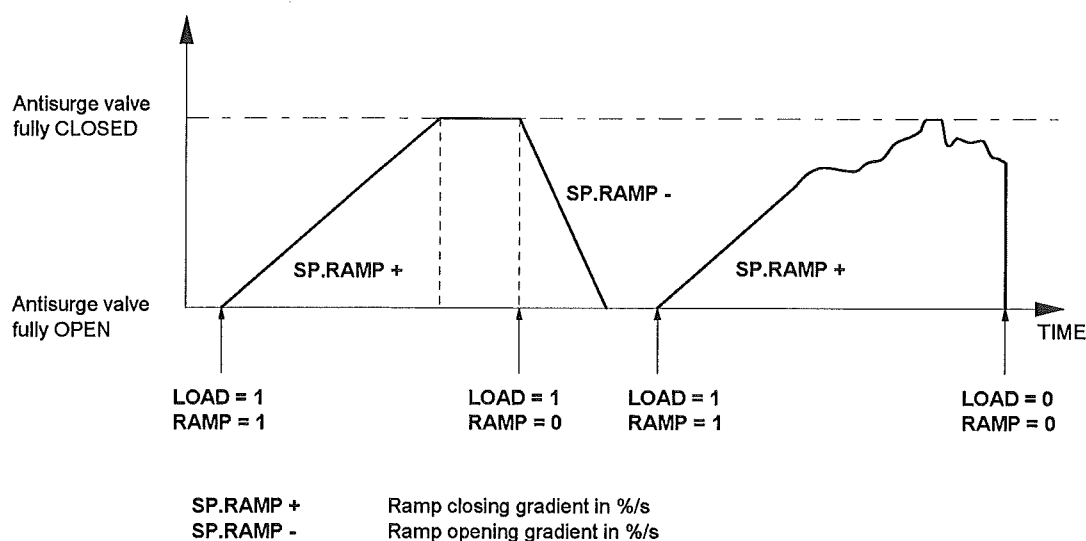
By means of the manual loading station the antisurge valve can be operated manually.

The output of the manual control and the remote control (HIC 16074) and the (proportional/integral) PI-control module output are fed into a minimal selection function module (MIN) which allows only the lowest one to pass to the antisurge valve (FV 16074). The manual loading station (internal and remote) only allows the antisurge valve to open wider than the demand of the control section. It is not possible to close the antisurge valve, if the controller requires it to open.

The manual valve adjustment should only be used under special circumstances, e.g. for valve function checks or for starting or stopping the compressor, if the automatic start/stop sequence is not used.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 18 of 28

3.9 Automatic Start and Stop Sequence



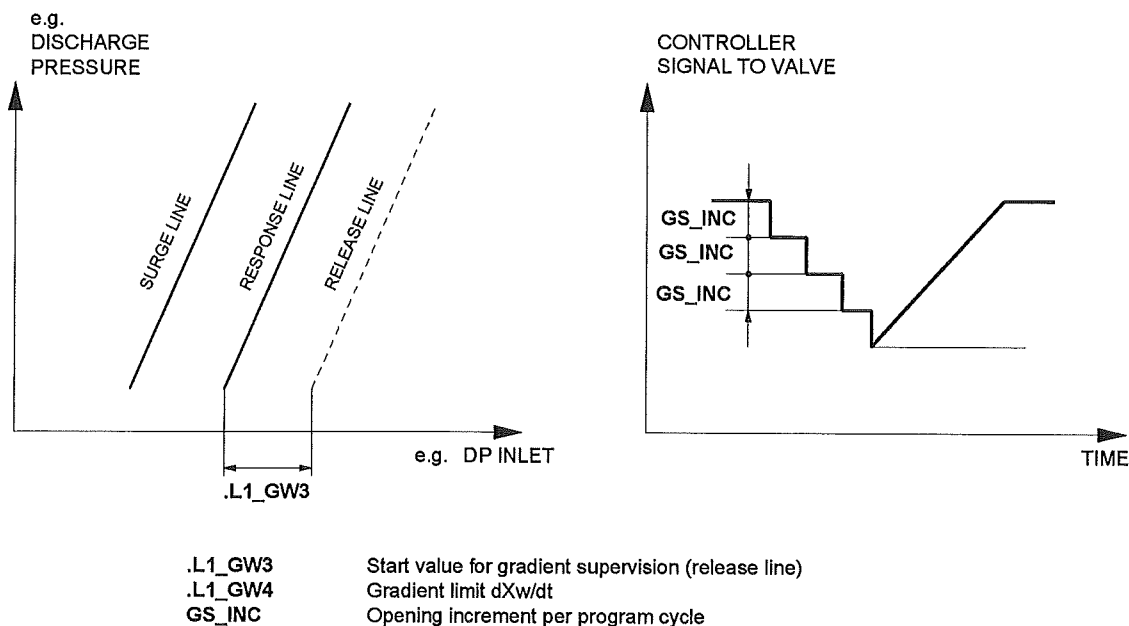
For an automatic start-up of the compressor, a separate load/unload ramp generator function is provided. After the compressor driver is ready to be loaded (e.g. min. operating speed reached) it is possible to start the ramp action by closing the external contact .BE02, i.e. the antisurge valve begins to close according to the ramp setting SP.RAMP +, if the compressor operates within stable range. Otherwise the PI-control section intervenes as in normal control operation.

In the present application there is the same signal used for LOAD and RAMP (HS 16074.1). It is not possible to unload the compressor smoothly via this RAMP function.

A shut-down of the compressor requires an immediate opening of the antisurge valve (step function). That can be achieved by opening the external contact .BE01.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 19 of 28

3.10 Gradient Supervision



The gradient supervision has been added to the non-linear control action to speed up the control response. It avoids surging in cases where the process resistance increases rapidly.

The controller output will be decreased in steps of the size **GS_INC** in adjustable intervals (normally 0.1 sec). This procedure goes on as long as the following two criteria are fulfilled.

- The decreasing rate of change of the control deviation X_w (dX_w/dt) must be higher than the adjusted limit gradient **.L1_GW4**, i.e. only fast movements of the compressor operating point towards the response line will cause any action.
- The compressor operating point must be on the left of the release line which is in a distance of **.L1_GW3** from the response line.

Positive **.L1_GW3** setting: action starts already on the right hand side of the response line (early action).

Negative **.L1_GW3** setting: action starts on the left hand side of the response line (late action).

After one of the two criteria is ceased, the controller will be brought back to normal control mode with the asymmetric function in the PI controller module.

The gradient supervision acts directly onto the controller output (open loop control), so it is independent of the normal PI-controller setting.

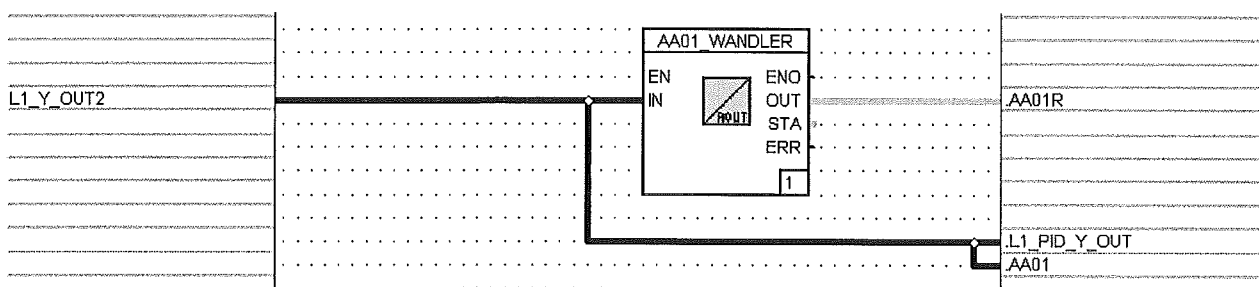
Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 20 of 28

3.11 Alarm Logic

The common alarm "System Failure" indicates that at least one of the controller inputs or outputs is in an incorrect state or that the self testing routine found an error in the controller. The faulty device is displayed on the controller front panel.

- Indication ERR_FT16007: Input failure FT 16007 (differential pressure)
- Indication ERR_PT16045: Input failure PT 16045 (discharge pressure)
- Indication ERR_HIC16074: Input failure HIC 1074 (ext. manual control signal)
- Indication ERR_PT16007: Input failure PT 16007 (suction pressure)
- Indication ERR_TE16007: Input failure TE 16007 (suction temperature)
- Indication ERR_TE16045: Input failure TE 16045 (discharge pressure)
- Indication ERR_OUT_AA01: Load at output AA01 too high (output to antisurge valve)
- Indication R_LINE_SHIFT: Response line has been shifted
- Indication SYSTEM_ERR: PI-Control module failure

3.12 Analog Outputs

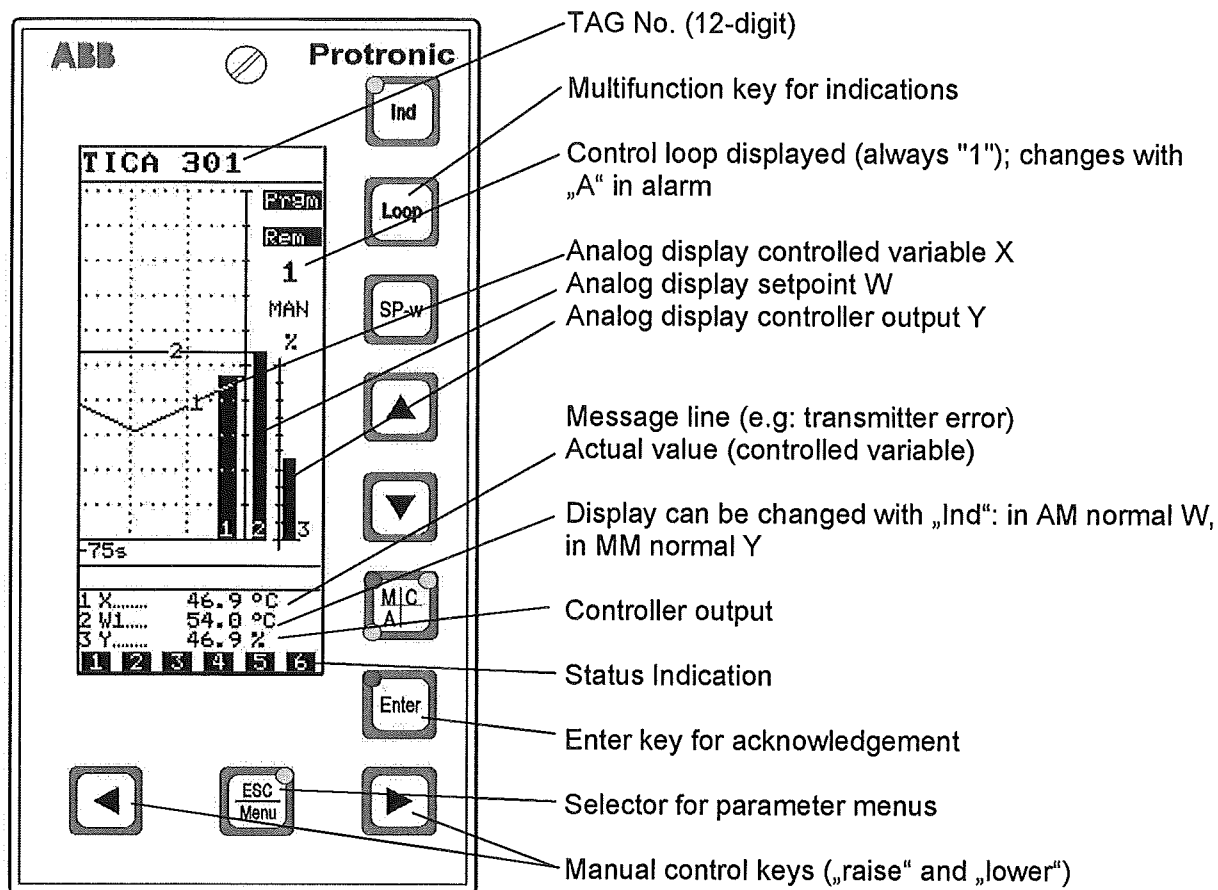


.AA01R is the control signal to the positioner of the antisurge valve .

Description: Principle Description ASC RG31-4				Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 21 of 28	



4 CONTROLLER OPERATION

4.1 Controller Handling



The values listed below can be displayed by pushing key



Sxt: Setpoint in %
 Err: Control deviation in %
 Out: Controller output in %
 FT: Differential pressure in mbar
 P1: Suction pressure in barg
 P2: Discharge pressure in barg
 T1: Suction temperature in °C
 T2: Discharge temperature in °C
 DPL: Discharge pressure limitation setpoint in %
 YHi: Internal manual control in % (adjustable with  and )
 YHe: External manual control signal in %

For further display and operation options please contact the Protronic 550 manual 42/62-55013.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 22 of 28

Status indicators:

- 1: Controller loaded (active)
- 2: Ramp on
- 3: Not used
- 4: Not used
- 5: Discharge pressure limitation active
- 6: Gradient supervision active

4.2 Controller Tuning

The following parameters can be tuned on the controller front display:

- Response line breakpoints
- Non-linear output ramp function breakpoints
- Controller parameters



















The structure of the controller software does not allow that all parameters can be tuned in the same way. The different procedures are explained below.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 23 of 28

4.2.1 The procedure below explains how to tune the values for

- Response line
- Non linear output ramp
- Discharge pressure limitation setpoint
- Discharge pressure limitation gain
- Dynamic intervention gain
- Response line shifting per surge cycle
- Maximum response line shifting
- Opening increment of gradient supervision

These values are tuned in the following way on the controller front:

1. The controller is in normal operating mode; the tag no. is visible in the text display (root menu).
2. Push  -> A new indication is visible in the text display.
3. Push  or  repeatedly until "Parameter" is visible in the text display.
4. Push  -> a) If the password is active, enter the password according instructions in section 4.3.
b) If the password is inactive, "LOOP1" or "INSTRUMENT" is visible in the text display.
5. Push  or  if necessary until "INSTRUMENT" is visible in the text display.
6. Push  -> One of the table values (TAB 1.0 – 4.10) is visible on the display.
7. Push  or  repeatedly until the requested index is visible in the text display.
8. Push  -> The LED to the left of the "Enter"-key lights up red and the last digit of the table value starts flashing.
9. Push  repeatedly until the digit which has to be tuned is flashing.
10. Push  or  repeatedly until the requested value is reached.
11. Push  to accepted the adjusted value.
Push  to cancel the adjustment.
-> The LED to the left of the "Enter"-key goes off. Proceed to 7 for another adjustment.
12. When finished, push  -> "INSTRUMENT" is visible in the text display.
13. Push  -> "Parameter" is visible in the text display.
14. Push  -> The tag no. is visible in the text display.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 24 of 28

Control System Specification



This list indicates all tunable values:

Address	Name	Function	Units
10	TAB1.0	Response line breakpoint 0	EU = %
11	TAB1.1	Response line breakpoint 1	EU = %
12	TAB1.2	Response line breakpoint 2	EU = %
13	TAB1.3	Response line breakpoint 3	EU = %
14	TAB1.4	Response line breakpoint 4	EU = %
15	TAB1.5	Response line breakpoint 5	EU = %
16	TAB1.6	Response line breakpoint 6	EU = %
17	TAB1.7	Response line breakpoint 7	EU = %
18	TAB1.8	Response line breakpoint 8	EU = %
19	TAB1.9	Response line breakpoint 9	EU = %
20	TAB1.10	Response line breakpoint 10	EU = %
50	TAB3.0	Discharge pressure limitation setpoint	EU = %
51	TAB3.1	Discharge pressure limitation gain	EU = %
52	TAB3.2	Dynamic intervention gain	EU = %
53	TAB3.3	Response line shifting per surge cycle	EU = %
54	TAB3.4	Maximum response line shift	EU = %
55	TAB3.5	Opening increment of gradient supervision	EU = %



















The addresses 30.. 40 (TAB2.0 – TAB2.10) are not used.

The addresses 56.. 60 (TAB3.6 – TAB3.10) are not used.

The addresses 70.. 80 (TAB4.0 – TAB4.10) are not used.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 25 of 28

4.2.2 Tuning of all other values

1. The controller is in normal operating mode; the tag no. is visible in the text display (root menu).
2. Push  -> A new indication is visible in the text display.
3. Push  or  repeatedly until "Parameter" is visible in the text display.
4. Push  -> c) If the password is active, enter the password according instructions in section 4.3.
d) If the password is inactive, "LOOP1" or "INSTRUMENT" is visible in the text display.
5. Push  or  if necessary until "LOOP1" is visible in the text display.
6. Push  -> One of the tunable values (addresses 1 – 199) is visible on the display.
7. Push  or  repeatedly until the requested index is visible in the text display.
8. Push  -> The LED to the left of the "Enter"-key lights up red and the last digit of the table value starts flashing.
9. Push  repeatedly until the digit which has to be tuned is flashing.
10. Push  or  repeatedly until the requested value is reached.
11. Push  to accepted the adjusted value.
Push  to cancel the adjustment.
-> The LED to the left of the "Enter"-key goes off. Proceed to 7 for another adjustment.
12. When finished, push  -> "LOOP1" is visible in the text display.
13. Push  -> "Parameter" is visible in the text display.
14. Push  -> The tag no. is visible in the text display.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 26 of 28

Control System Specification








Address	Name	Function	
1	GAIN	Proportional Gain	-
2	RESET TIME	Integral Time	min
67	OUT_MIN	Minimum Controller Output	%
68	OUT_MAX	Maximum Controller Output	%
69	OUT.RAMP +	Asymmetric Output Closing Gradient	%/s
70	OUT.RAMP -	Asymmetric Output Opening Gradient	%/s
77	SP.RAMP +	Ramp increase (LOAD)	EU/s = %/s
79	SP.RAMP -	Ramp decrease (UNLOAD)	EU/s = %/s
91	ALARM1	Margin for response line shifting	EU = %
92	ALARM2	Margin for dynamic intervention	EU = %
93	ALARM3	Margin for gradient supervision	EU = %
94	ALARM4	Gradient limit	EU = %/s

4.3 Password

The default password is "02004". The password is required for getting access to the "INSTRUMENT" and "LOOP1" menus. It remains active for 30 seconds, after leaving from the "Parameter" menu to the root menu (tag no. visible). The password can be changed. Please refer to ABB NORMELEC operating instructions.

The password has to be entered at the controller front, as soon as the "Parameter" menu is called.

1. The controller indicates "Password: 00000" in the text display.
The leftmost digit is flashing.
2. Push  repeatedly until the digit which has to be adjusted is flashing.
3. Push  or  repeatedly until the requested value is reached.
4. Repeat step 2 and 3 until the correct password is visible in the display.
5. Push  -> "LOOP1" or "INSTRUMENT" is now visible in the text display.
6. Push  again to get access to either menu (see sections 4.2.1 step 5 or 4.2.2 step 5)

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 27 of 28

5 ANTISURGE VALVE

The antisurge valve is equipped with a positioner of proportional action. The positioner compares the incoming setting signal with the travel of the valve spindle and alters its output until correspondence between the setting signal and the valve travel is obtained. The travel is thus rigidly associated with the setting signal, independent of disturbance quantity, such as friction of the valve stuffing box, etc.

The valve actuator is equipped with a solenoid valve. The latter serves for quick opening of the antisurge valve when shutting down the compressor. The solenoid valve receives a signal from the shut-down logic, whereupon it cuts the air delivery to the diaphragm actuator and simultaneously vents the latter to atmosphere so that the antisurge valve opens rapidly.

Description: Principle Description ASC RG31-4			Project: KOSBOOST 2004		
Document: 837017436	Type: SPE	Part: 000	Rev.:	Lang.: EN	Page 28 of 28