



***Sistemska avtomatizacija  
X8I***

**HPE d.o.o.**

Dolenjska cesta 83  
1000 Ljubljana  
Slovenia  
Europe

Info: [www.hpe.si](http://www.hpe.si)  
Contact: [info@hpe.si](mailto:info@hpe.si)

# KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>STANDARDNE KONTROLNE PREDNOSTI IN FUNKCIJE</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Kontrola tlaka</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Proti-ciklična kontrola</b> .....	<b>6</b>
<b>2.3</b>	<b>Toleranca</b> .....	<b>6</b>
<b>2.4</b>	<b>Damping (DA)</b> .....	<b>7</b>
<b>2.5</b>	<b>Sistemska prostornina</b> .....	<b>7</b>
<b>2.6</b>	<b>Standardne sekvenčne kontrolne strategije</b> .....	<b>8</b>
2.6.1	ENER: Energijsko kontrolni način .....	8
2.6.1.1	Kontrola in rotacija.....	8
2.6.2	Nastavitev prioritete.....	9
2.6.3	Tabele delovanja in tlačni urnik.....	9
2.6.4	Tlačni urnik.....	10
2.6.5	Funkcija predpolnenja ( <i>Prefill</i> ).....	11
<b>2.7</b>	<b>Alternativne kontrolne možnosti in funkcije</b> .....	<b>12</b>
2.7.1	FILO: Način rotacije časovnika .....	12
2.7.1.1	Rotacija .....	12
2.7.1.2	Krmiljenje .....	13
2.7.2	Funkcija enakomernih ur delovanja .....	13
<b>2.8</b>	<b>Dodatne Funkcije</b> .....	<b>14</b>
2.8.1	Alarm nezadostne kapacitete sistema.....	14
2.8.2	Alarm omejene kapacitete sistema.....	14
<b>3</b>	<b>PRIKLJUČITEV KOMPRESORJEV IN KRMILJA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>ir-PCB povezovalni modul</b> .....	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Ir-485 vmesniški modul</b> .....	<b>16</b>

<b>3.3</b>	<b>IrV-485 vmesniški modul.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>Neposredna povezava preko RS485 .....</b>	<b>17</b>
<b>3.5</b>	<b>Dodatne metode priključitve .....</b>	<b>17</b>
3.5.1	ir-PCB razširitveni modul.....	17
3.5.2	EX Box.....	18
3.5.3	VSD Box .....	19
3.5.4	I/O Box.....	19
<b>3.6</b>	<b>SMG Box.....</b>	<b>20</b>

# 1 Uvod

X8I krmilni modul pripada seriji modulov X - SERIES AUTOMATION podjetja Ingersoll Rand, torej družini specializiranih kontrolerjev za varno, zanesljivo in energijsko učinkovito krmiljenje Vaših kompresorskih zračnih sistemov.

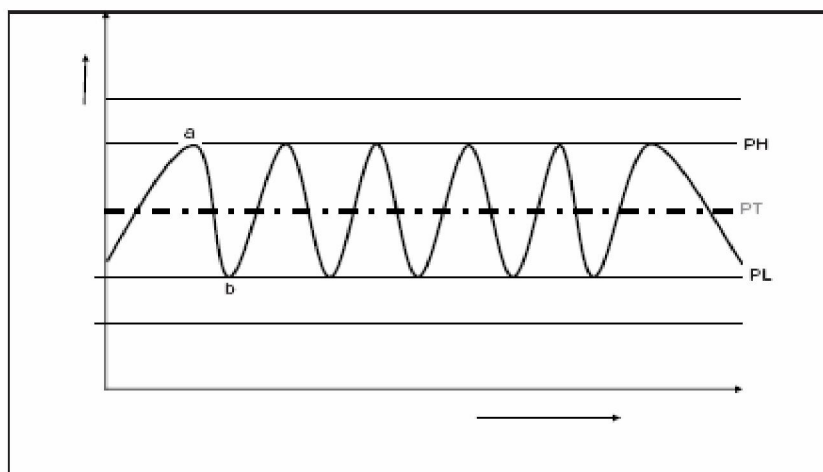
X8I je v osnovi sposoben krmiljenja in nadzora do 8 različnih kompresorskih enot proizvajalca Ingersoll Rand ali tudi drugih proizvajalcev (Atlas Copco, Sullair, Jaeger, Omega Air,...). Krmiljeni kompresorji so lahko standardni kompresorji z fiksno hitrostjo pogonov, kompresorji z variabilnimi pogoni ali multi-step in so krmiljeni elektro-pnevmatsko ali mikroprocesorsko. Krmilnik je prilagodljiv vsakemu kompresorskemu sistemu in programirljiv na tak način, da doseže specifične potrebe nekaterih izmed najbolj kompleksnih sistemov komprimiranega zraka. Dodatno se lahko kontrolna mreža X8I modula razširi z razširitvenimi moduli (SMG modul – *System Modbus Gateway module*) s čimer lahko krmiljenje razširimo tudi na nadzor (SCADA sistem neposredno preko serijske Modbus RTU komunikacije oz. posredno preko Modbus OPC serverja).

## 2 Standardne kontrolne prednosti in funkcije

### 2.1 Kontrola tlaka

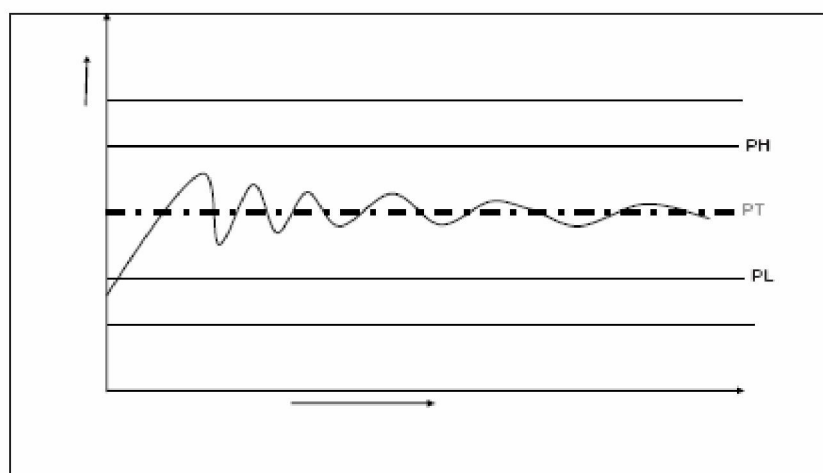
Kontrolo tlaka dosežemo z vzdrževanjem systemskega tlaka med zadovoljivima mejama, ki jih definira in nastavi uporabnik. Ko je systemska potreba po komprimiranem zraku manjša kot je kapaciteta obremenjenih kompresorjev, se bo systemski tlak zvišal. Če pa je systemska potreba po komprimiranem zraku večja kot je kapaciteta obremenjenih kompresorjev, se bo systemski tlak znižal.

Preprosto povedano, kontrolo systemskega tlaka dosežemo z obremenjevanjem in razbremenjevanjem kompresorjev, tako da poskusimo izenačiti kapacitete izhodov kompresorjev z systemskimi zahtevami v specifičnem tlačnem razponu, ki ga definira uporabnik (PL – Pressure Low, PH – Pressure High). Glej sliko 2.1!



Slika 2.1: Tipičen sistemski tlak na časovni osi

Kompresorji z variabilnimi pogoni (*VSD – Variable Speed Drive ali pogon s spremenljivo/variabilno hitrostjo*) prav tako delujejo znotraj načrtanega tlačnega razpona (območja) in aktivno enačijo kapaciteto izhoda kompresorja z sistemskimi potrebami z ustreznim pospeševanjem in upočasnjevanjem v okolici želene točke tlaka. To točko definira točna sredina nastavljenega tlačnega razpona (PT). Glej sliko 2.2!



Slika 2.2: Tipična kontrola tlaka VSD kompresorjev na časovni osi

Kompresorji z variabilnimi pogoni delujejo na zelenih točkah tlaka (PT) in »izničujejo ali blažijo« variacije v sistemskem tlaku. Pri tem seveda predvidevamo, da sistemska poraba ne variira več kot je kapaciteta kompresorja z variabilnim pogonom.

Kompresor z variabilnim pogonom je vključen v sekvenco obremenjevanja / razbremenjevanja in je kontroliran natančno tako kot kompresor z konstantno hitrostjo pogona, z izjemo kontrole hitrosti pogona za vzdrževanje zelenega tlaka.

X8I za merjenje tlaka uporablja signal 4-20 mA z tlačnega sensorja, ki je nameščen na ustrezni lokaciji v sistemu komprimiranega zraka. Tovarniške nastavitve tlačnega sensorja so od 0 - 232 PSI (0 - 16 bar), X8I pa lahko »sprejme« katerikoli tlačni senzor z 4 - 20 mA izhodom v razponu do 8700 PSI (600 bar).

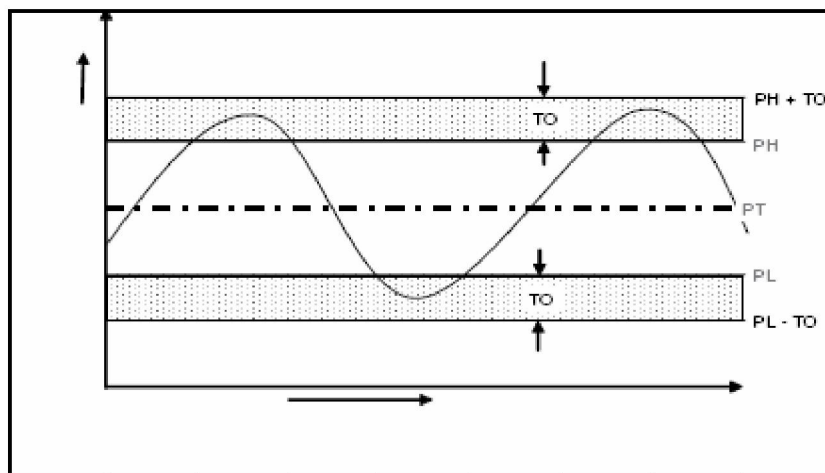
## 2.2 Proti-ciklična kontrola

Zračni kompresorji so najboljše izkoriščeni, ko so polno obremenjeni ali ugasnjeni, z izjemo kompresorjev z variabilnimi pogoni, kateri lahko delujejo energijsko učinkovito tudi pri zmanjšani obremenitvi. Cikli kompresorja (*START – OBREMENI – RAZBREMENI – STOP, itd.*) so pomembni za vzdrževanje kontrole tlaka, medtem ko preveliko število ciklov pomeni slabšo učinkovitost kompresorja in povečanje stroškov vzdrževanja.

Proti-ciklična kontrola (*Anti-cycling control*) je integrirana zato, da pomaga zagotoviti delovanje in obratovanje le tistih kompresorjev, ki so dejansko potrebni, medtem ko so ostali kompresorji ugasnjeni. Proti ciklična kontrola vključuje toleranco tlačnega razpona, ki jo definira uporabnik in je zunaj primarnega tlačnega razpona. V razponu tolerance se izvaja aktivni kontrolni algoritem in analizira dinamiko tlaka tako, da ugotovi optimalni čas za dodajanje naslednjega kompresorja v sistem oz. začne z izvajanjem novega cikla. Ta kontrola še dodatno omogoča fino nastavitvev tolerančnega območja in čas procesiranja algoritma (*Damping*).

## 2.3 Toleranca

Toleranca je uporabniško nastavljen parameter, ki določa koliko nad zgornjim tlakom (PH) in koliko pod spodnjim tlakom (PL) lahko zaniha sistemski tlak. Toleranca omogoča X8I, da ne pre-kompenzira sistema v primeru začasne večje ali manjše sistemske porabe. Glej sliko 2.3!



Slika 2.3: Toleranca glede na PL in PH

Toleranca (TO) je torej izražena kot tlak, ki definira širino območja nad PH in pod PL in v katerem bo kontrola sistema energijsko učinkovita.

Ko je sistemski tlak v tolerančnem območju bo X8I stalno preračunaval in »ugotavljal« kdaj obremeniti / razbremeniti kompresor glede na hitrost spremembe sistemskega tlaka. Ko je sistemski tlak zunaj tolerančnega območja, X8I ne pazi več na energijsko učinkovitost in začne ščititi sistemski zračni tlak z obremenjevanjem in razbremenjevanjem kompresorjev. Obremenjevanje je kontrolirano z zakasnitvami.

Nastavitev tolerančnega območja mora biti povečana, ko je sistemsko shranjevanje komprimiranega zraka relativno majhno v primerjavi z sistemskimi potrebami in so fluktuacije tlaka relativno velike in hitre. To pa zato, da ohranimo energijsko učinkovito delovanje in da se izognemo situacijam, v katerih je imamo v enem trenutku obremenjenih več kompresorjev, v naslednjem trenutku pa jih krmilni sistem razbremenjeni.

V primeru, ko je sistem komprimiranega zraka relativno velik v primerjavi s sistemsko potrebo ali porabo so fluktuacije manjše in počasnejše. Zato lahko znižamo tolerančno območje, da izboljšamo kontrolo tlaka in ohranimo energijsko učinkovito delovanje.<sup>1</sup>

## 2.4 Damping (DA)

Kadarkoli je trenutni tlak v tolerančnem območju je algoritem proti ciklične kontrole aktiven. Algoritem vzorči spremembe sistemskega tlaka in preračunava kdaj obremeniti / razbremeniti naslednji kompresor. Nastavitev DA (Damping) je uporabniško nastavljivi setpoint, ki določa kako pogosto kontroler vzorči in preračunava. S spremembo tega parametra lahko učinkovito pospešimo ali upočasnimo reakcijski čas krmilnega sistema.

Tovarniška nastavitev DA parametra je 1 (nastavljivo območje je od 0.1 do 10, pri čemer je reakcijski čas 0.1 desetkrat hitrejši od tovarniškega in reakcijski čas 10 desetkrat počasnejši), kar je zadosti za večino kompresorskih sistemov. Parameter nastavimo, če ugotovimo, da je sistem preveč agresiven (prehiter) ali v sledečih primerih:

- neprimerna velikost tlačnih rezervoarjev (tlačnih posod)
- visokotlačna nihanja čez opremo za pripravo zraka
- nepravilne velikosti cevovodov
- počasni ali zakasnjeni odzivi kompresorjev

V teh okoliščinah se lahko X8I pretirano odzove in poizkusi obremeniti dodatne kompresorje, ki ne bi bili potrebni, če bi krmilni sistem imel na voljo dovolj časa, da se sistemski tlak stabilizira po obremenitvi prvega kompresorja. V takih primerih najprej povečamo območje tolerance, če pa se težava s tem ne odpravi pa povečamo še DA faktor.

## 2.5 Sistemska prostornina

Sistemska prostornina (odvisna od velikosti tlačnih rezervoarjev in cevovodov) definira kako hitro se bo sistemski tlak dvigoval oz. padal glede na reakcijo na zvišanje/zmanjšanje porabe sistema ali povečanje/zmanjšanje proizvodnje zraka. Večja kot je sistemska prostornina, počasneje se spreminja tlak v odvisnosti od povečane/zmanjšane porabe ali proizvodnje. Primerna sistemska prostornina omogoča učinkovito kontrolo tlaka in se izogiba hitrim in nevarnim spremembam sistemskega tlaka zaradi nenadnih tlačnih nihanj.

---

<sup>1</sup> Tovarniška nastavitev tolerance je 3,0 PSI ali 0,2 Bar.

## 2.6 Standardne sekvenčne kontrolne strategije

Standardna konfiguracija X8I ponuja funkcijo ENER sekvenčno kontrolno strategijo, nastavitvev prioritete, izbiro tabel delovanja, tlačni urnik ali Pre-Fill funkcijo. V nadaljevanju so podani kratki opisi posameznih funkcij.

### 2.6.1 ENER: Energijsko kontrolni način

Primarna funkcija ENER (*Energy Control Mode*) je, da:

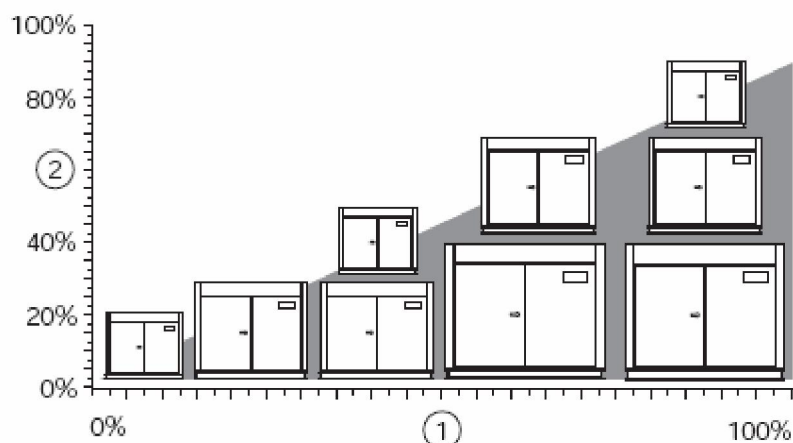
- dinamično izenačimo proizvodnjo komprimiranega zraka z dejansko porabo komprimiranega zraka.
- izkoristimo najbolj energijsko učinkovito kombinacijo/set zračnih kompresorjev, da dosežemo cilj iz točke 1.

Energijsko kontrolni način je narejen za upravljanje sistemov kompresorjev, ki vključujejo kompresorje različnih kapacitet in različnih tipov (kompresorji s konstantnimi pogoni, kompresorji z spremenljivo hitrostjo ali kapaciteto) v katerikoli kombinaciji ali konfiguraciji.

#### 2.6.1.1 Kontrola in rotacija

Kontrola kompresorjev in njihova uporaba je dinamično avtomatizirana z adaptivno kontrolno logiko in zato ne dopušča pred nastavljenih urnikov, rotacij konfiguracije ali časovnih intervalov. Energijsko kontrolni način pa dopušča spremembe operaterja z funkcijo Nastavitvev Prioritet (*Priority settings*).

Energijsko kontrolni način je omogočen z zmožnostjo X8I, da procesira individualne kompresorske kapacitete, spremenljive kompresorske kapacitete in spremembe v sistemskem tlaku, jih dinamično implementira in nenehno ocenjuje ter preračunava najboljše možne konfiguracije ob pojavu sistemskih sprememb (Slika 2.4).












Slika 2.4: Graf proizvodnje (2) v odvisnosti od porabe (1)

## 2.6.2 Nastavitev prioritete

Nastavitev prioritete (*Priority Settings*) lahko uporabimo za spreminjanje rotacije sekvenčnih nastavitev. Kompresorjem lahko nastavimo prioritete med 1 in 8, kjer je 1 najvišja prioriteta. Katerikoli prioriteto lahko nastavimo kateremukoli kompresorju in katerikoli število kompresorjev ima lahko isto prioriteto.

Prioritete nam dopuščajo, da nastavimo rotacijske skupine. Vsi kompresorji, ki imajo isto številko prioritete bodo rotirali znotraj njihove skupine. Skupina z najvišjo prioriteto bo vedno na začetku sekvence.

Npr. v 4-kompresorskem sistemu bo imel VSD kompresor (kompresor št. 1) prioriteto št. 1, ker hočemo, da je vodilni. S tem ko smo mu dodelili prioriteto 1 in drugim trem kompresorjem (kompresorji št. 2, 3, 4) prioriteto 2, bo kompresor z variabilnim pogonom vedno ostal na čelu sekvence.<sup>2</sup> Glej sliko 2.5!

				
	1	2	2	2
	A	B	C	D
	A	C	D	B
	A	D	B	C
	A	B	C	D

Slika 2.5: Kompresor 1 ima prioriteto 1, ostali imajo prioriteto 2.

## 2.6.3 Tabele delovanja in tlačni urnik

X8I deluje na osnovi nastavitev, ki so nastavljene v eno od treh tabel delovanja v meniju (T01, T02 in T03). Vsaka posamezna tabela definira nastavitve delovanja in sekvenčni kontrolni način X8I. X8I lahko nastavimo, da kadarkoli menja med posameznimi tabelami glede na konfiguracijo tlačnega urnika.

Ta funkcionalnost omogoča X8I, da menja med več različnimi sistemskimi konfiguracijami brez kakršnekoli motnje kontrolnega sistema. To je posebej uporabno v primerih izmenskega dela ali vikendih, ko naj bi bil sistem izključen.

V vsaki tabeli lahko nastavimo sledeče parametre:

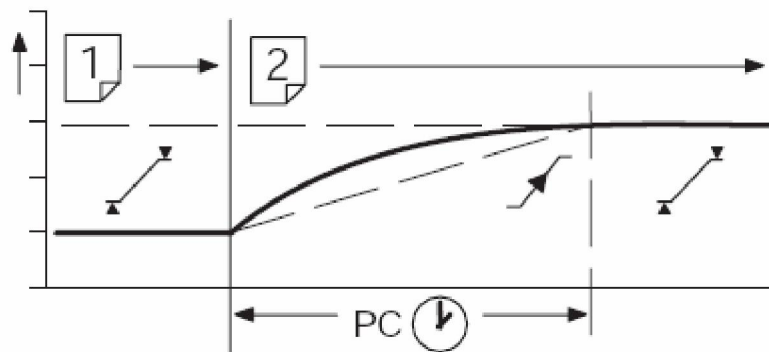
- PH – High Pressure Setpoint
- PL – Low Pressure Setpoint

<sup>2</sup> Dodatni trije primeri nastavljanja prioritete se nahajajo v priročniku *X8I Operator's Manual EN* na strani 16.

- Pm – Minimum pressure warning level
- SQ – Sequence Rotation Strategy
- 01 – Compressor 1 Priority
- 02 – Compressor 2 Priority
- 03 – Compressor 3 Priority
- 04 – Compressor 4 Priority

Napaka previsokega tlaka in rotacijski interval ali čas, se nastavijo neodvisno v konfiguracijskem meniju in so nespremenljive ne glede na izbrano tabelo!

Ob menjavi delovne tabele X8I ne spremeni vseh sistemskih delovnih parametrov takoj. X8I premika želeni sistemski tlak navzgor ali navzdol proti nastavitvi tlaka naslednje tabele. Prehod se bo zgodil počasi, da se ohrani energijska učinkovitost in varno, zanesljivo krmiljenje. Glej sliko 2.6!



Slika 2.6: Prehod iz tlačnih nastavitv tabele T01 na tlačne nastavitve tabele T02.

Čas, ki ga sistem porabi, da spremeni želeni sistemski tlak se imenuje *Pressure Change Time* (PC). Ta vrednost je nastavljiva v oknu sistemskih nastavitv, pri čemer pa moramo paziti, da ga preveč ne skrajšamo, ker s tem lahko ogrozimo energijsko učinkovitost sistema. Če pa je X8I sposoben narediti prehod še v krajšem času brez, da bi ogrožal energijsko učinkovitost, potem se bo ta čas avtomatsko skrajšal.

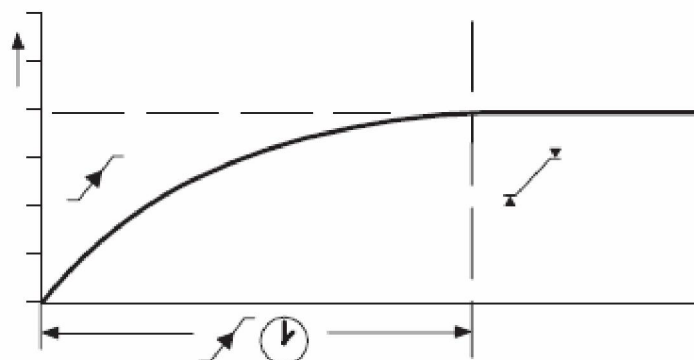
#### 2.6.4 Tlačni urnik

X8I je opremljen z realno časovno uro in funkcijo tlačnega urnika, s katero lahko povečamo avtomatizacijo sistema. Tlačni urnik sestoji iz 28 posameznih nastavitv, ki sistemu narekujejo spremembo iz ene tabele v drugo ali pa postavijo sistem v stanje mirovanja (*Standby mode*) – odvisno od dneva tedna in ure dneva.

## 2.6.5 Funkcija predpolnjenja (*Prefill*)



Funkcija predpolnjenja (*Prefill*) krmilnika je kontrolirana in energijsko učinkovita metoda povišanja sistemskega tlaka na normalne delovne vrednosti ob sistemskih zagonih. S to funkcijo se izognemo neučinkovitemu zagonu in obremenitvam vseh razpoložljivih kompresorskih naprav v sistemu, da se stanje sistemskega tlaka lahko normalizira ob sistemskem zagonu. Glej sliko 2.7!



Slika 2.7: Funkcija predpolnjenja (*Prefill*)

Ob sistemskem zagonu (ročni zagon ali avtomatski zagon iz stanja mirovanja) bo X8I za določen prednastavljen čas obremenil samo tiste kompresorje, ki so bili vnaprej nastavljeni za to funkcijo. Čas predpolnjenja (PT – *Prefill time*) pravilno nastavimo, tako da ustreza sistemski karakteristiki. Cilj je zvišati sistemski tlak na normalne delovne vrednosti, z uporabo samo vnaprej določenih kompresorjev, v času PT. Če je sistemski tlak dosegel normalne delovne vrednosti pred iztekom časa predpolnjenja, potem se funkcija avtomatsko ustavi in krmilnik začne z normalnim vodenjem. Če pa sistemski tlak ne doseže normalne delovne vrednosti do izteka časa predpolnjenja, bo krmilnik uporabil toliko enot, kolikor jih je potrebno, da vzpostavi normalne delovne vrednosti sistemskega tlaka.

Možne so izbire treh različnih načinov funkcije predpolnjenja. »Backup« in »Standard« funkciji potrebujeta prednastavitve kompresorja za predpolnjenje in delujeta na isti način – razlikujeta se le v načinu odziva na napake ali izgube kompresorja izbranega za predpolnjenje. Avtomatski način ne potrebuje prednastavitve kompresorja za predpolnjenje. Da ročno preprečimo izvajanje predpolnilnega načina pritisnemo in več sekund držimo tipko START. Za predstavitev simbolov posameznih načinov glej tabelo 2.1!

✓	<i>BACKUP način</i>
✓ [!→X]	<i>STANDARDNI način</i>
✓ [A^^]	<i>AVTOMATSKI način</i>

Tabela 2.1: Predstavitev simbolov načinov funkcije predpolnjenja

➤ **BACKUP način**

Izberemo primarni predpolnilni kompresor ali kompresorje (*Primary Prefill compressor(s)*) za predpolnjenje in poleg tega še rezervni predpolnilni kompresor ali kompresorje (*Backup Prefill compressor(s)*). Če se primarni predpolnilni kompresor zaustavi (npe. gre v napako), potem ga zamenja rezervni kompresor in predpolnjenje se nadaljuje.

➤ **STANDARDNI način:**

Če se eden ali več prednastavljenih predpolnilnih kompresorjev zaustavi ali gre v alarm potem je funkcija predpolniljenja prekinjena in krmilnik začne z normalnim delovanjem.

➤ **AVTOMATSKI način:**

Izbira predpolnilnih kompresorjev ni potrebna. Vse tovrstne nastavitve so ignorirane. Krmilna enota avtomatsko in dinamično izbira kompresorje, da doseže normalne delovne vrednosti systemskega tlaka v skladu z časom predpolnjenja. Če se izbrani kompresor zaustavi ali gre v alarm je avtomatsko zamenjan z drugim.

## 2.7 Alternativne kontrolne možnosti in funkcije

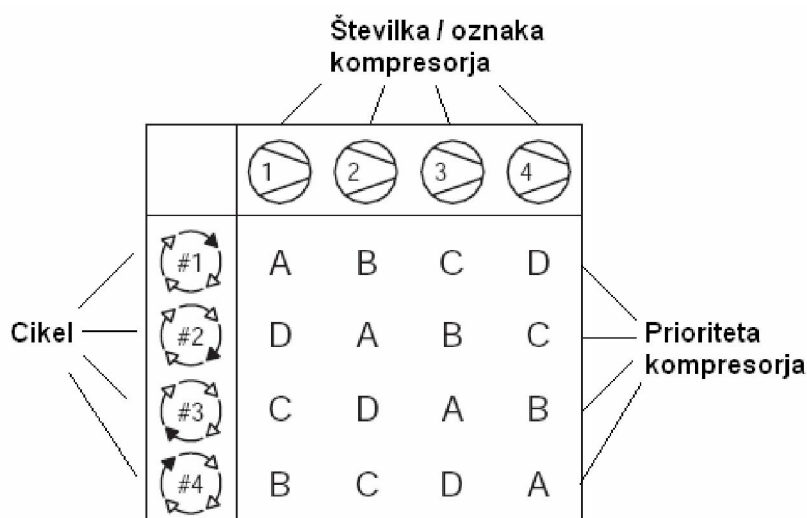
*Energijsko kontrolni način (ENER) je standardni krmilni način X8I. Alternativne krmilne strategije so osnovni FILO (First in / Last Out) in EHR (Equal Hours Run).*

### 2.7.1 FILO: Način rotacije časovnika

Primarna funkcija načina rotacije časovnika (*Timer rotation mode*) je učinkovito vodenje sistema komprimiranega zraka, ki ga sestavljajo kompresorji z določenimi kapacitetami izhodov.

#### 2.7.1.1 Rotacija

Vsakič, ko se rotacijski interval izvrši ali je rotacijski čas dosežen, se zgodi rotacija sekvence in sekvenčno mesto kompresorja se spremeni. Kompresorju, ki je bil v prejšnjem ciklu izbran kot vodilni (prioriteta A) je sedaj dodeljena najnižja prioriteta (D) in je v tem ciklu rezerva. Vsem ostalim kompresorjem se prioriteta poveča za 1. Glej sliko 2.8!



Slika 2.8: Nastavitve prioritete kompresorjev v posameznih ciklih.

### 2.7.1.2 Krmiljenje

Krmilni sistem za vzdrževanje systemskega tlaka najprej uporabi vodilni kompresor (prioriteta A), nato pa še ostale po zaporedju B, C in D. Ko se poraba zraka zmanjšuje je kompresor s prioriteto D prvi, ki ga krmilni sistem razbremeni, sledi mu kompresor s prioriteto C, nato pa še B. Zadnji kompresor, ki ga sistem razbremeni, ko se poraba drastično zmanjša, je kompresor s prioriteto A. Kompresor, ki ima prioriteto A v sekvenci, je prvi, ki ga krmilni sistem obremeni in zadnji, ki ga krmilni sistem razbremeni – prvi noter, zadnji ven (*First In, Last Out - FILO*).<sup>3</sup>

### 2.7.2 Funkcija enakomernih ur delovanja

Primarna funkcija EHR (*EQUAL HOURS RUN MODE - EHR*) je v tem, da celoten sistem obratuje čimbolj enakovredno. To nam tudi daje priložnost, da servisiramo vse kompresorje ob istem času (seveda, da pričakovani servisni interval za kompresorje približno isti).<sup>4</sup>

Vsakič, ko rotacijski interval preteče ali se doseže rotacijski čas, se sekvenca delovanja kompresorjev preveri in ponovno uredi glede na delovne ure posameznih kompresorjev. Kompresorju z najmanjšim številom delovnih ur je dodeljena najvišja prioriteta, kompresorju z najvišjim številom ur pa najnižja prioriteta. Pri sistemih z več kot dvema kompresorskima enotama so preostalim kompresorjem dodeljene prioritete glede na njihove delovne ure na isti način.

<sup>3</sup> Rotacije sekvenc lahko sprožimo v periodičnih intervalih in ob prednastavljenih časih vsak teden (ura, dan).

<sup>4</sup> EHR funkcija ni energijsko učinkovito usmerjena metoda delovanja!

X8I nenehno nadzoruje delovanje vsakega posameznega kompresorja in izračunava delovne ure. Te ure lahko preverimo in nastavimo (v primeru odstopanj) v X8I nastavitvenem meniju C01. X8I uporablja te vrednosti med EHR načinom.

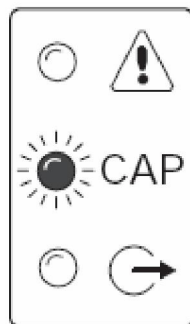
Delovne ure kompresorjev na X8I moramo rutinsko preverjati, da vidimo, če se skladajo z lokalnimi delovnimi urami kompresorjev in jih nastaviti, če se pojavijo odstopanja!<sup>5</sup>

Krmilni sistem v tem načinu deluje po principu metode FILO (*First in / Last Out*).

## 2.8 Dodatne Funkcije

### 2.8.1 Alarm nezadostne kapacitete sistema

X8I je opremljen z indikacijo alarma nezadostne kapacitete sistema (*Insufficient Capacity Alarm*). Glej sliko 2.9!



Slika 2.9: Indikacija alarma nezadostne kapacitete sistema

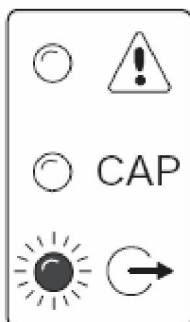
Indikator se aktivira, če so vsi razpoložljivi kompresorji v sistemu obremenjeni in sistemski tlak še vedno pada. Indikacija se na splošno aktivira pred katerimkoli alarmom ali opozorilom, ki opozarja na prenizek tlak in je namenjena predhodnemu opozorilu o potencialni situaciji prenizkega tlaka. Ker je indikacija namenjena predhodnemu opozorilu se njena aktivacija ne shrani v dnevnik zgodovine napak. Ta indikacija ima opcijo izklopa!

### 2.8.2 Alarm omejene kapacitete sistema

X8I je opremljen tudi z indikacijo alarma omejene kapacitete sistema (*Restricted Capacity Alarm*). Glej sliko 2.10!

---

<sup>5</sup> Če kompresor deluje neodvisno od X8I se lahko zgodi, da se delovne ure kompresorja ne bodo pravilno posodobile! Lokalne delovne ure na večini kompresorjev so namenjene indikaciji približnega servisnega intervala in lahko odstopajo od pravilne vrednosti skozi daljše časovno obdobje!



Slika 2.10: Indikacija alarma omejene kapacitete sistema

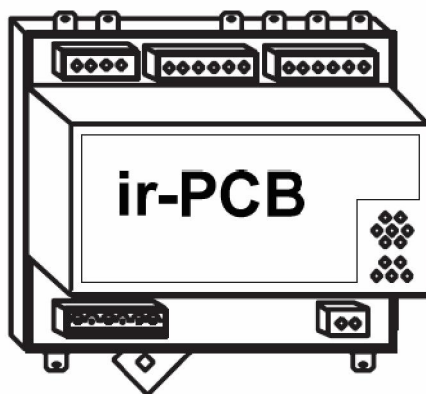
Indikator alarma bo utripal, ko so vsi razpoložljivi kompresorji obremenjeni in sistemski tlak še vedno pada, eden ali več kompresorjev pa ima prepoved sodelovanja v sekvenci (prioriteta kompresorja je omejena v tabeli delovanja, kompresor je nerazpoložljiv zaradi alarma servisne funkcije - *Service/Maintenance function*). Ker je indikacija namenjena predhodnem opozorilu se njena aktivacija ne shrani v dnevnik zgodovine napak. Ta indikacija ima opcijo izklopa!

### 3 Priključitev kompresorjev in krmilja

Vsak kompresor v Vašem sistemu mora biti povezan na X8I krmilni modul. Metode povezovanja so lahko različne (odvisno od tipa kompresorja) in/ali lokalne kontrolne konfiguracije. Sledijo glavne metode za povezavo kompresorjev na X8I krmilni modul.

#### 3.1 ir-PCB povezovalni modul

Ir-PCB povezovalni modul je namenjen povezovanju kateregakoli tipa zračnega kompresorja (ne glede na izdelavo in proizvajalca) z 12 - 250V kontrolne napetosti (ali 50 ali 60 Hz). Glej sliko 3.1



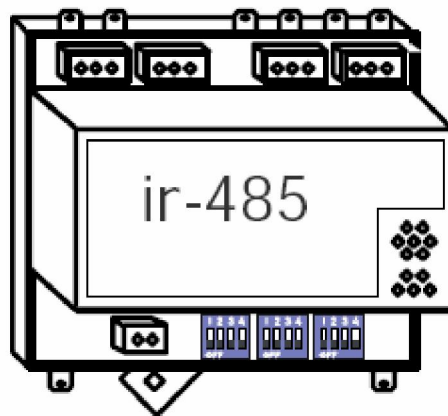
Slika 3.1: Simbolična predstavitev modula ir-PCB

Ir-PCB je nameščen v kontrolno omaro kompresorja in je povezan / priključen na X8I z 6-žilnim kablom (7-žilni kabel za kompresorje tipa Nirvana 7.5 do 15 HP – 5.5 do 11kW).

Vsak uporabljen zračni kompresor mora biti opremljen z ON / OFF (*online / offline*) tlačno regulacijskim sistemom, ki je sposoben sprejemanja daljinskega (*remote*) signala obremeni / razbremeni čez breznapetostni preklaplajoči kontakt ali elektromehansko tlačno stikalo.

### 3.2 Ir-485 vmesniški modul

Ir-485 vmesniški modul (*ir-485 Gateway Interface module*) je namenjen povezovanju kateregakoli Ingersoll Rand zračnega kompresorja (razen kompresorjev tipa Nirvana) z krmilno logiko Intellisys. X8I komunicira z ir-485 vmesniškimi moduli preko dveh žic, omrežje RS485 pa služi v namene ir485 protokola. Vsi IR kompresorji opremljeni z Intellisys kontrolerjem (razen kompresorjev tipa Nirvana) potrebujejo omenjeni vmesnik (Slika 3.2)!

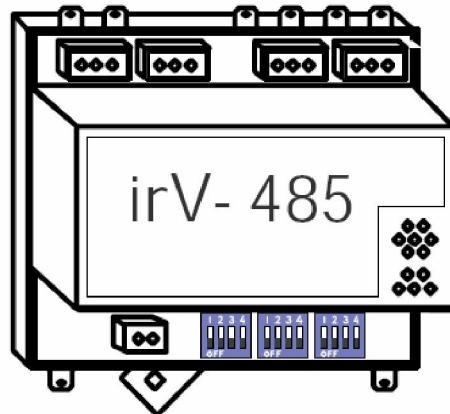


Slika 3.2: Simbolična predstavitev modula ir-485

Ir-485 je nameščen v kontrolno omaro kompresorja in je povezan / priključen na X8I z ustreznim RS485 kablom.

### 3.3 IrV-485 vmesniški modul

IrV-485 vmesniški modul (*irV-485 Gateway Interface module*) je namenjen povezovanju kateregakoli Ingersoll Rand kompresorja tipa Nirvana. X8I komunicira z irV-485 vmesniškimi moduli preko dveh žic, omrežje RS485 pa služi v namene ir485 protokola. Vsi IR kompresorji tipa Nirvana (od 20 HP oz. 15kW dalje) potrebujejo omenjeni vmesnik (Slika 3.3)!



Slika 3.3: Simbolična predstavitev modula irV-485

IrV-485 je nameščen v kontrolno omaro kompresorja in je povezan / priključen na X8I z ustreznim RS485 kablom.

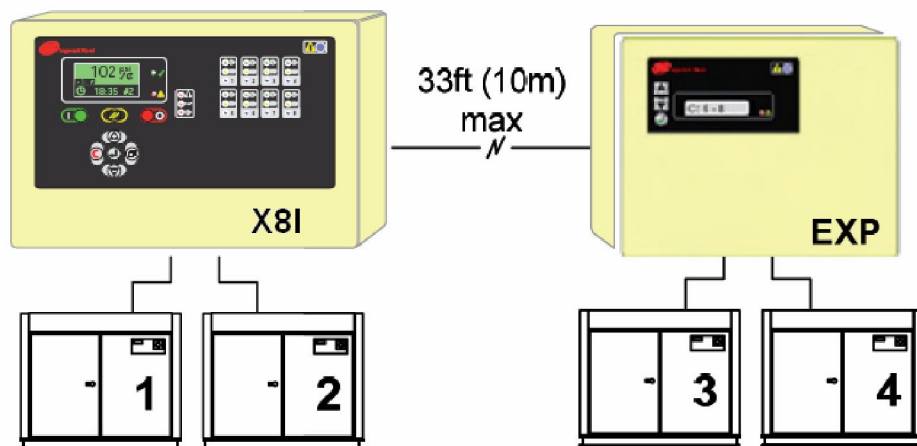
### 3.4 Neposredna povezava preko RS485

Neposredna povezava preko RS485 mreže do kateregakoli Ingersoll Rand kompresorja, ki ima integriran RS485 komunikacijski priključek in uporablja ir485 protokol. X8I komunicira z temi kompresorji preko dveh žic (RS485).

### 3.5 Dodatne metode priključitve

#### 3.5.1 ir-PCB razširitveni modul

X8I ima možnost neposredne priključitve štirih ir-PCB terminalov. To sposobnost pa lahko še razširimo z uporabo ir-PCB razširitvenega modula (EXP Box). Z njim pridobimo dodatne štiri neposredne ir-PCB terminalske povezave. To nam omogoči priključitev in krmiljenje do 8 kompresorjev preko ir-PCB integracije. Kompresorje 1 do 4 priključimo na X8I, kompresorje 5 do 8 pa na EXP Box. EXP box je primeren za pritrditev na steno in mora biti nameščen **adjacent** na X8I enoto (max 33ft ali 10m). Glej sliko 3.4!



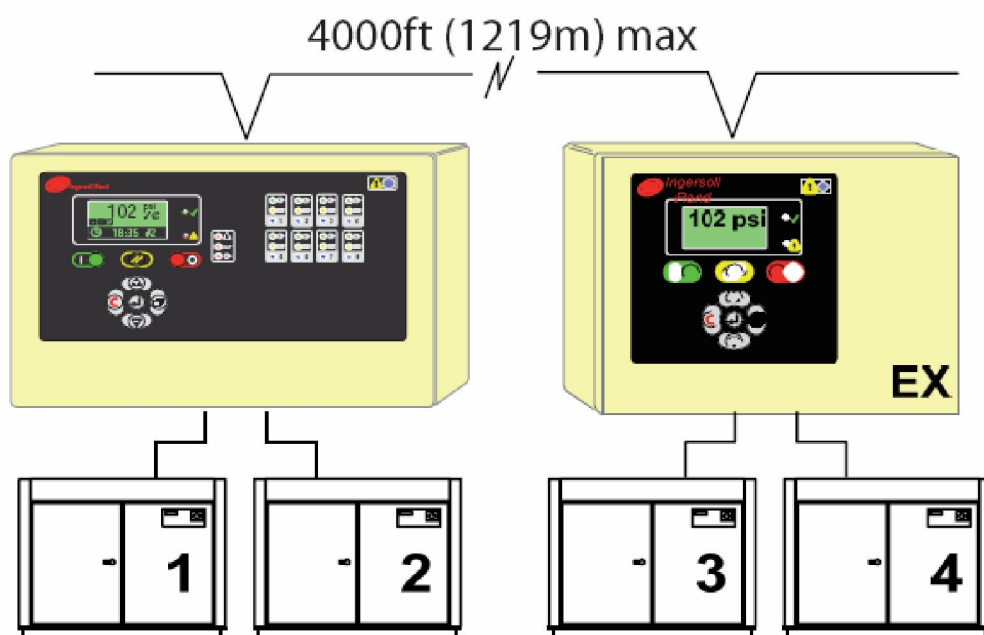
Slika 3.4: Simbolična predstavitev uporabe modula EXP Box

EXP Box komunicira z X8I preko dveh žic (RS485). Ir-PCB terminalske povezave na modulu so identične tistim na X8I!

### 3.5.2 EX Box

Ex Box je X8I razširitveni modul, ki ponuja še dodatno možnost priključitve ir-PCB modulov.

Ex Box se običajno uporablja za omogočanje priključitve ir-PCB modulov na oddaljenih lokacijah oz. lokacijah oddaljenih več kot je maksimalna razdalja (330ft ali 100m). S tem učinkovito razširimo žično priključitveno shemo ir-PCB modulov na razdaljo, ki jo omogoča tudi RS485 povezava. EX box je primeren za pritrditev na steno in je lahko nameščen tudi do 1219 metrov od X8I enote. Glej sliko 3.5!

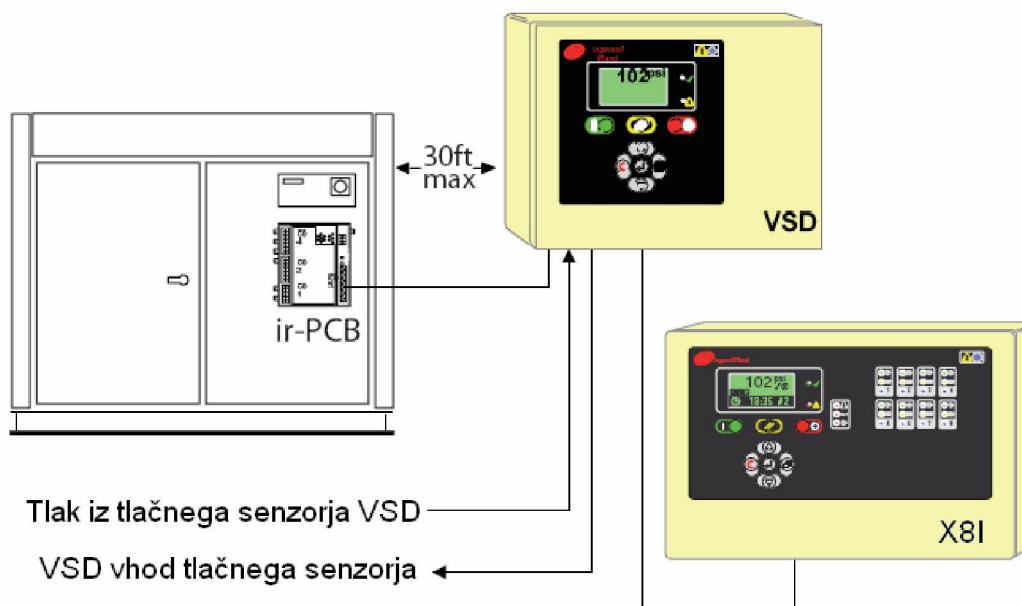


Slika 3.5: Simbolična predstavitev uporabe modula EX Box

EX Box komunicira z X8I preko dveh žic (RS485). Ir-PCB terminalske povezave na modulu so identične tistim na X8I! Ex Box omogoča priključitev do dveh kompresorjev in omogoča tudi uporabo »lokalnega« tlačnega senzorja za prikaz na zaslonu (kot tudi izstopnega tlaka kompresorja in diferenco tlakov). Na X8I lahko priključimo več EX Box modulov, dokler ne presežemo maksimalno število kompresorjev (8).

### 3.5.3 VSD Box

Uporaba modula VSD Box je namenjena sistemski integraciji VSD (*Variable Speed Drive*) zračnih kompresorjev, ki niso opremljeni z nobeno možnostjo daljinskega priklopa (kot npr. IR - Nirvana). VSD Box nam omogoča potrebno funkcionalnost za omogočanje sistemske integracije VSD kompresorjev in učinkovite kontrole X8I avtomatizacijskega sistema. Glej sliko 3.6.



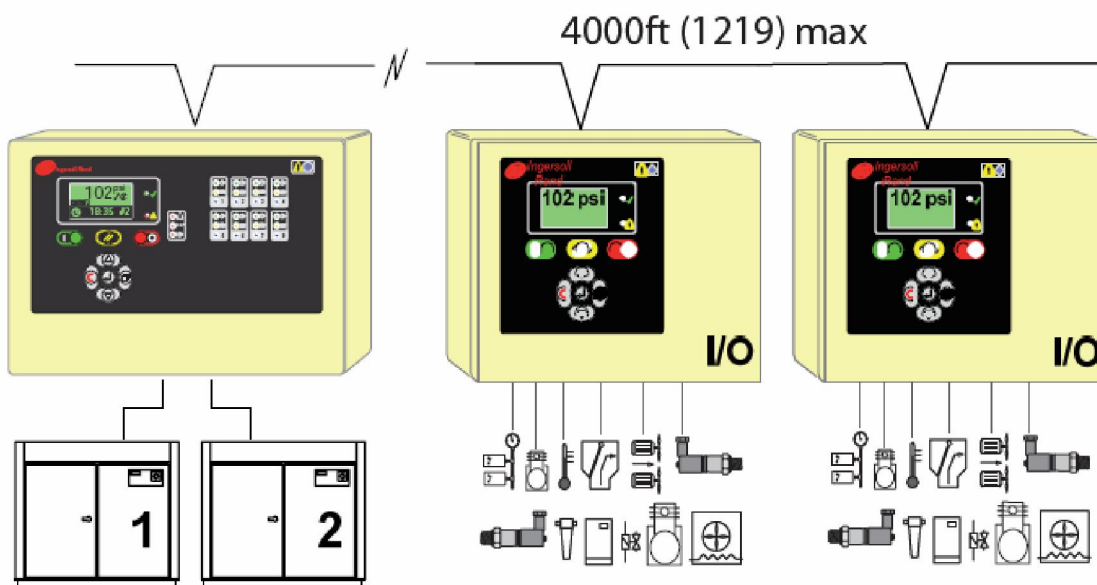
Slika 3.6: Simbolična predstavitev priključitve modula VSD Box

VSD Box je povezan / priključen na X8I kontroler z ustreznim dvo-žilnim RS485 kablom. Vsak kompresor v sistemu, ki potrebuje VSD Box, mora biti priključen na svoj VSD Box. Na X8I lahko priključimo več VSD Box modulov, dokler ne presežemo maksimalno število kompresorjev (8).

### 3.5.4 I/O Box

I/O Box ponuja dodatne vhodno/izhodne možnosti za povečano sistemsko sposobnost nadzora. Na X8I lahko priključimo do dva modula I/O Box (glej sliko 3.7), od katerih ima vsak naslednje specifikacije:

- 8 digitalnih vhodov
- analognih vhodov
- 6 relejnih izhodov



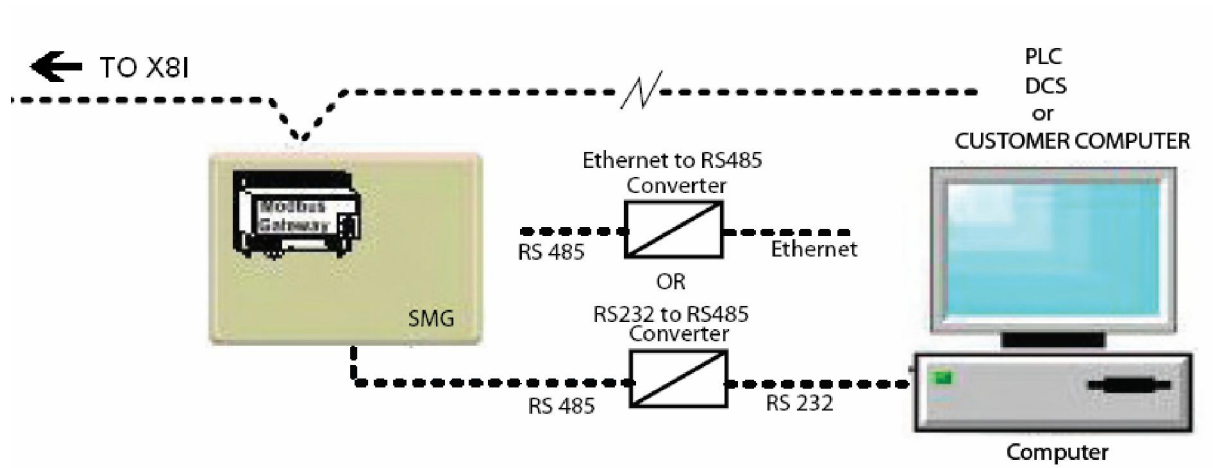
Slika 3.7: Simbolična predstavitev priključitve modula I/O Box

I/O Box je povezan / priključen na X8I kontroler z ustreznim dvo-žilnim RS485 kablom (ir485 protokol). Digitalne vhode lahko uporabimo za dodatne nadzor naprav. Vsak vhod (*input*) se lahko posebej nastavi, kot npr. alarm ali visoko nivojski alarmni vhod. Lahko se jih uporabi tudi za štetje (seštevanje) pulzov iz določenega števca (npr. m<sup>3</sup>, ft<sup>3</sup>, kWh). Analogni vhodi so lahko uporabljeni za nadzor različnih merilnikov (diferenca tlaka, temperatura, točka rosišča, pretok, tok, moč,...). Vsak vhod je opremljen z nastavljivo visoko in nizko detekcijo, ki se lahko uporabi za aktivacijo alarma. Relejni izhodi uporabljajo »virtualno relejsko avtomatizacijsko (*Virtual Relay Automation*)« tehnologijo in so nastavljivi z dvojnimi vhodnimi logičnimi funkcijami. Relejske funkcije lahko nastavimo katerikoli status ali pogojno informacijo, ki je dostopna na sistemski mreži, od katerikoli kompatibilne enote priključene na mrežo.

### 3.6 SMG Box

Glavna funkcija modula SMG (*System Modbus Gateway Box*) je vzpostavitev RS485 Modbus komunikacije z X8I oz. X12I avtomatizacijskim sistemom.

SMG Box je vmesnik med sistemom X8I in uporabnikovim računalnikom (PC ⇔ SMG Box ⇔ X8I oz. X12I). Omogoča nam izdelavo nadzornega (SCADA) sistema za daljinski nadzor sistema komprimiranega zraka. Komunikacija med X8I (oz X12I) uporablja protokol ir485, po 2-žilni RS485 povezavi. Komunikacija SMG Box ⇔ PC pa poteka preko ModbusRTU protokola, prav tako po 2-žilni RS485 povezavi. Glej sliko 3.8!



Slika 3.7: Simbolična predstavitev priključitve modula SMG Box na modul X8I in uporabnikov PC