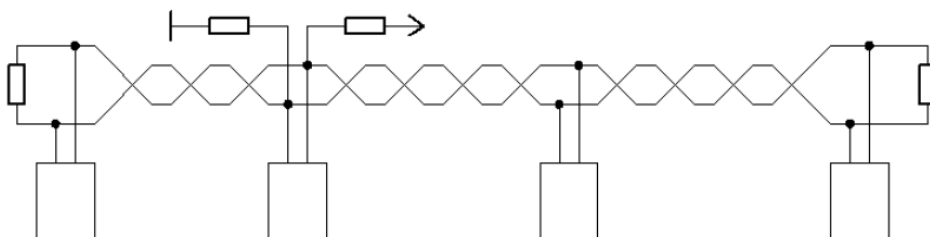


## 技術資料

# Technical Documentation



## PFR-X MODBUS



## 版本資訊

日期	名稱	版本	內容
25.05.11	Le	01	初始釋出版本
04.07.11	Le	02	增加外接通訊盒安裝要點

## 重要資訊！



假如本手冊中相關頁面出現左方圖示，強烈建議讀者詳讀相關資訊，因為其可能對使用本設備有重要的關鍵資訊。它也包含了正確使用本產品所需要的安全及其他資訊。假如忽略這些資訊，設備可能無法動作甚至受損。

額外的 MODBUS 通訊協定資訊可以至 [www.modbus.org](http://www.modbus.org) 查詢。MODBUS 標準也可以至該網站下載。

## 1. 概論

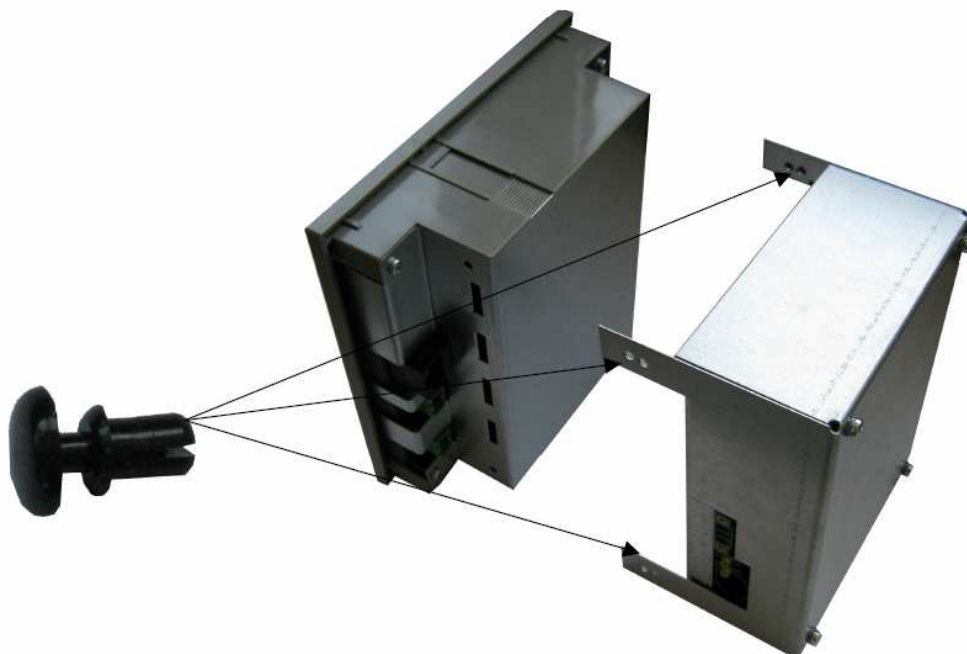
本 PFR-X 的 MODBUS 擴充模組提供了遠端監控設備數值與修改設備設定的可能性。

本手冊介紹了 MODBUS 通訊協定的傳輸，這個協定定義了資料傳輸的方法和允許的控制且不限制使用者僅能連接單獨的傳輸系統。以 PFR-X 為例，通訊介面是使用 RS485，因為是一種 bus-capable 介面，所以可以利用單相雙線系統連接多台 PFR-X，並利用 ID 進行管理。目前眾多的商業設備、PLC 產品都可以利用 MODBUS 進行通訊，不論是主機還是設備。多樣的 SCADA 解決方案也可以利用不同的供應商來提供。所以要將 PFR-X 安裝在既有的通訊系統或是新建的系統都是非常方便的。

## 2. MODBUS(RS485)擴充盒

### 2.1 安裝

請將擴充盒安裝在 PFR-X 本體的後方，並利用隨貨的錨釘將其固定。



### 2.2 接線

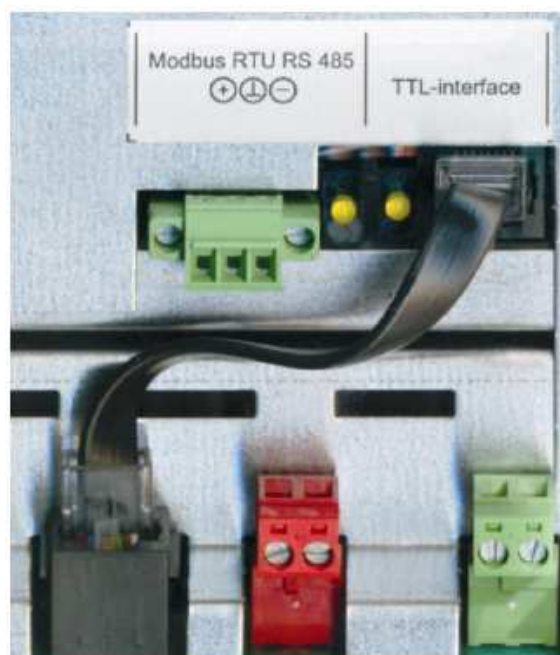
本模組提供一個 3 pin 的連接端子如下圖所示。在要使用 MODBUS 時，請連接 D+、D-和一般接地線（中間點）。



本模組的電源供應範圍與 PFR-X 本體一樣，可以從本體的電源輸入端拉線過來共用，請注意共用點的標籤位置來連接。

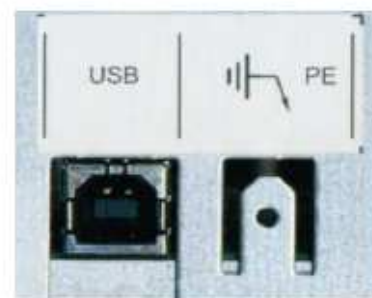


為了連接本體與擴充模組之間的資料傳輸，利用一組 RJ45 接線來連接兩者。在 RJ45 插頭旁邊的 LED 燈會指示現在資料是否有正常傳輸。



## 2.3 MODBUS 設定

假如您的設備加裝了 MODBUS 模組，可利用 USB 傳輸線連接您的電腦至此模組，在電腦上安裝並開啟軟體，可以進行下列參數的設定：



- 通訊位址：可設定設備的 ID 從 1~247
- 傳輸速度：可以選擇傳輸速率從 1200~38400
- 配類(Parity)：可選擇 8none2、8even1 或 8odd1  
(data bit/parity/stop bit)
- 傳輸速率與配類，在同一條傳輸線上的所有設備設定必須相同，但位址必須不同。在設定完成後，按下” PC->Device” 按鍵就可以將參數傳輸到設備上。

## 3 MODBUS/RS485

基本上主要是由兩個部分來實現通訊功能：

1. RS485 傳輸器主要用來傳輸資料。在同一線路架構下可以互連超過一組以上的設備。RS485 的通訊協定提供服務給更高階的 MODBUS 通訊協定來使用。
2. MODBUS 通訊協定利用串聯資料傳輸層(在此指 RS485)來與系統上的設備通訊。它定義了指令、位址架構和資料格式給下層的設備。

### 3.1 RS485 物理層(依據 EIA485/ISO8482 定義)

RS485 提供高階 MODBUS 通訊協定層基本的序列資料傳輸，因此也被稱做是[物理層]。較高階協定利用低階的物理層所提供的資料傳輸服務來工作。RS485 利用兩條數據線進行傳輸，每一條數據線都是使用 0~5V 的傳輸設備來驅動，兩條線路電壓永遠不同。在一條線為 5V，另一條線為接地(0V)時表示一種狀態，此狀態邏輯上稱做” OFF” 狀態。兩條線路對調其電壓，則表示” ON” 狀態。此種傳輸模式使的 RS485 可以抵抗電磁干擾且傳輸距離可以遠於 1000 公尺以上。

PFR-X 的資料傳輸速率可以選擇 1.2K、2.4K、4.8K、9.6K、19.2K、38.4K、57.6K 和 115.2K。配類可以設定偶同位、奇同位或無配類。所有數據線上的設備必須使用相同的設定。

標準設定：包率 9600、偶同位。

- 兩線路 RS485：此型式資料頻道僅使用兩條數據線。這意味著，在發送一個請求後，主機必須關閉其發射器，使線路處於非使用下等待設備回覆。（半雙工模式）

- 4 線 RS485：此類型使用一組數據線（兩條線）給主機→設備使用，另一組數據線（兩條線）給設備→主機使用。在 PFR- X 不支持四線 RS485！

兩種型式都必須連接另一條接地線，所以兩線系統實際上需要三條線，而四線系統需要五條線。您的傳輸線應該使用屏蔽電纜，但是接地線則不必，請直接連接到保護接地以減少電磁干擾。

RS485 總數據線可以連接多於一個的設備（通常最多 32 個）。而要做到這一點，數據信號必須都能對應到所有互連到總線的設備，也就是兩條數據線和一條接地共點 GND。所有設備都需併聯到總數據線，盡量避免使用切換器，因為如果距離太長，他們往往是傳輸錯誤的原因。建議您應該直接連接設備到主線路上。

一個主線路電纜上的所有的設備，被稱為一個“數據段”。幾個數據段可以通過使用“中繼器”互連。



### 3.1.1 線路終止點

數據線路的終止點是非常重要的部分。它對於將可能導致數據信號扭曲的系統線路終端回音給隔絕掉是絕對必要的。必須在每組電線的終端上加上一個電阻，電阻的大小必須與電路的阻抗相符合，一般來說都是使用  $120\ \Omega$  的電阻。請在每個數據段的終端，D(+)和 D(-)之間連接此一電阻。但是有一些設備，尤其是整流器，都有內建電阻。

請確認數據線上所有設備的操作手冊，假如這些內建的電阻是不能被移除的，這對於通訊線路的影響會很大，請將這些設備放置在每一段線路的最後端！每個數據段僅有兩個終點，表示就只能安裝兩組此種設備。

### 3.1.2 線路偏壓

另一個重點就是線路偏壓，假如沒有設備在傳輸資料，數據線是自由浮動的，因為有終點電阻，兩側電壓會是相同的，因為外在的影響可能會導致假訊號產生。線路偏壓就是在這狀態下給數據線路定義 OFF 狀態用。請連接兩個  $500\sim 600\ \Omega$  的電阻在 D(+)和 D(-)、D(-)和 GND 之間，一組主線安裝一次，安裝位置不限定。當該設備配有連接頭 A (9pin SUB-D)，電壓 5V 和 GND 可在總線上連接，因此這兩個電阻可以焊接在接頭內。不幸的是，在連接頭 B(3 pin)是不可能的。

請注意，不同的製程定義不同，A=+和 B=-並不一定是正確的，請依每次案件去確認。

### 3.1.3 通訊指示

通訊模組後方有一黃色 LED 燈，用來指示通訊狀態。當有資料在傳輸時，LED 燈會閃爍。



## 3.2 MODBUS 通訊協定

### 3.2.1 MODBUS 描述

MODBUS 通訊協定是使用 RS485 為基礎物理層與訊號傳輸器具的協定。因此，它是位於 OSI 模組第二層(連線層)的資料交換系統。

### 3.2.2 資料串格式與框架

資料在固定的框架下被傳輸，框架是用 3~5 個閒置字符來做區隔。所有的資料被組織成”通訊資料單元” PDUs，利用下層的物理層於系統間傳輸。

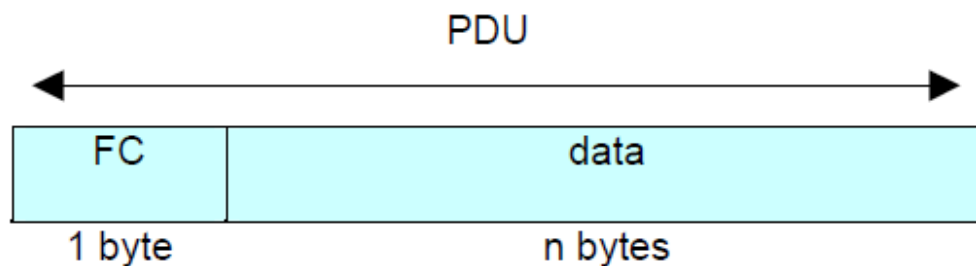


圖 1 Protocol Data Units-PDU

PDU 一共包含兩個部分：

- 功能碼(Function code-FC)：提供指令，定義設備該做什麼。
- 根據 FC 所組成相符合的資料組態，依據 FC 來使用，他可包含純資料以及設備位址等資訊。

PDU 定義了訊號資料的單元，可連接到正確的設備以完成一個功能。

根據所使用的物理層不同進行不同資料的傳輸。

為了可以控制傳動器，PDU 擴充了額外的資料格數用以完成控制目的。

以 RS485 來說，此種擴充形成了「運用資料單元」ADU。

(Application Data Units)

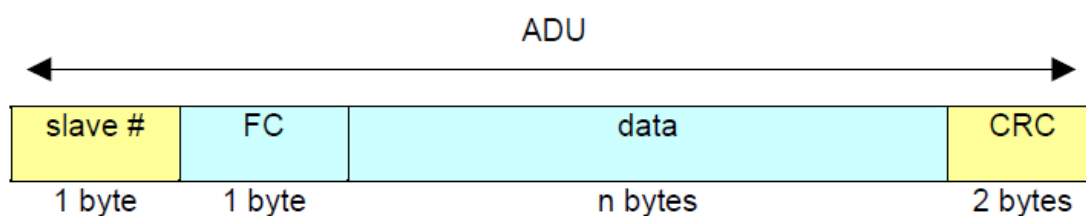


圖 2 Application Data Units-ADU

此 ADU 包含了兩個部分：

- 前面區塊的這組資料定義了設備的位址。
- 後面區塊外加了防密的 CRC16 錯誤矯正碼。

### 3.2.3 資料傳輸模組

通訊協定針對框架資料內容定義了兩種不同的編碼。本 PFR-X 僅能使用 RTU 模式！

在此種通訊模式下，每 8bit 文字資料包含兩個 4bit 的 16 進位數字。

他們被當作完整的一個 byte 來傳輸，也達到最大傳輸密度。每個被

傳輸的資料文字包含了下列資訊：

- 1 個啟始 bite
- 8 個資料 bite(“最低有效位”優先)
- 1 個配類(Parity) bite(假如有設定)
- 1 個停止 bite 給偶同位或奇同位。如果是無奇偶同位，則用 2bite 來彌補缺失的配類 bite。

## 3.2.4 功能碼

如先前所提及，資料封包內包含了功能碼，由主機下指令給設備，設備收到指令後（假如有收到），用同樣的功能碼回覆承認此一指令。有效的功能碼範圍被規定由 1~127，但僅有其中一部份是實際有使用的。如果已另沒有設備回覆，就會回覆一個例外資訊（錯誤碼）。例外功能碼是一組收到送出的指令時的功能碼，在正常傳輸但發生異常時使用。PFR-X 提供三組功能碼：03(讀取保存寄存器)、04(讀取輸入寄存器)、06(寫入單個寄存器)。

## 3.2.5 例外碼

如果一個設備無法執行由主機發送的命令，它會回答一個異常例外碼。在 MODBUS 規範中可以查詢完整的清單代碼。我們不在這裡詳述此列表，因為主機的軟體將能夠自動處理大多數例外碼。如果你要自行編輯 MODBUS 主機程式，就會需要完整的規格，需要得到完整的錯誤代碼列表。

## 3.2.6 主從協定

在通訊時，需要使用主從協議。只有允許總線主機啟動傳輸。主機利用數據框架與相應的功能代碼發送指令到從所傳輸且會執行命令的設備來開始數據交換。

- 單播模式通常使用於在一個 Modbus 通信系統。主機的數據封包僅與單一設備傳輸。有效的地址範圍為 1 至 247。設備然後通過發送一個回覆數據封包回主機來執行命令和回覆。

- 並不是在任何情況下主機都可以收到回答他查詢的訊號：在多播模式下，所有的設備併聯在總線。它們都可以執行相同的命令，但沒有一個會作出回應。主機使用 “0” 為設備的編號來啟動一個多播傳輸。

## 3.2.7 位址空間

該數據在 PFR-X 中是指組織和訪問的位址。每個位址訪問一個資料文字。資料文字總為是在 16 bits 寬。PFR-X 不會區分功能代碼之間的位址。那是一個很大的可用位址空間，可訪問每個位址的數據，任何有效的功能代碼都可以使用。然而，資料只會在正確遮斷時可以正確的使用！這些數據可以是以下幾種類型：

- REAL：這是一個 32 位浮點數字，根據 IEEE754 標準定義。
- UInt16：這是一個無符號 16 位整數值。
- UINT32，SINT32：這是一個無符號/有符號 32 位整數值。

由於數據被組織在 16 位字元中，較長的資料項必須讀取一組連續的地址。因此，基本位址資訊提供於表中。要讀取一個 Real 與位址 12 的資料，必須從位址 12 和 13 讀取兩個 16 位字。這兩個值需要被連接起來，形成所需的 32 位結果。大多數 SCADA 軟體或 PLC 可以為你做這項工作。

基本上存在著不同類型的位址：

- MODBUS 位址總是從 0 開始，可以上升到 65535。它可用於任何功能碼。
- 目前的 PLC 無法處理 0，因此位址都要加 1。因此，他們的地址(MODBUS 地址+1)總是從 1 開始。
- 一些 SCADA 工具添加一個偏移量來確定函數的代碼，這將用於訪問設備在給定的位址。他們有時也加 1 到 MODBUS 地址。舉例來說，位址 40001 會是“讀取 MODBUS 地址為 0，功能代碼 03hex”，30012 會是“讀取 MODBUS 地址 11，功能代碼 04hex”。請參閱您的軟體的手冊，以找出正確的位址。之後的列表，是以上述名單中提到的 MODBUS 地址為主。

### 3.2.8 量測數值

測量值可從地址 0 開始每隔 2 個資料字元。如果電流或電壓過小，以致無法計算有效的諧波，會從它的基本位址 (=基本的) 讀取 0.0% 數值。這表示，過高次諧波的電流或電壓也是無效的。所有這些數值可以用功能代碼 03hex 和 04 被訪問。視在功率 S-sum，有功功率 P-sum，無功功率 Q-sum，缺乏無功功率和功率因數 (P/S) 表示是一個對稱的電力系統。

Address	Value	Words	Type	Unit
500	Meas. Voltage	2	Float	V
502	Current (including value for Q offset)	2	Float	A
504	Frequency	2	Float	Hz
506	Active power P-sum	2	Float	W
508	Reactive power Q-sum (including Q offset)	2	Float	Var
510	Apparent power S-sum	2	Float	VA
512	Lacking reactive power ΔQ (including Q offset)	2	Float	var
514	Cos φ	2	Float	-
516	Power factor (P/S)	2	Float	-
518	Tan φ	2	Float	-
520	Ambient temperature	2	Float	°C
522	Total harmonic distortion THD U	2	Float	%
524	Harmonics U 3. order	2	Float	%
526	Harmonics U 5. order	2	Float	%
528	Harmonics U 7. order	2	Float	%
540	Harmonics U 19. order	2	Float	%
542	Current (measured)	2	Float	A
544	Reactive power (measured)	2	Float	var
546	Average Power factor	2	Float	
548	Operation hours	2	Float	h



### 3.2.9 參數設定

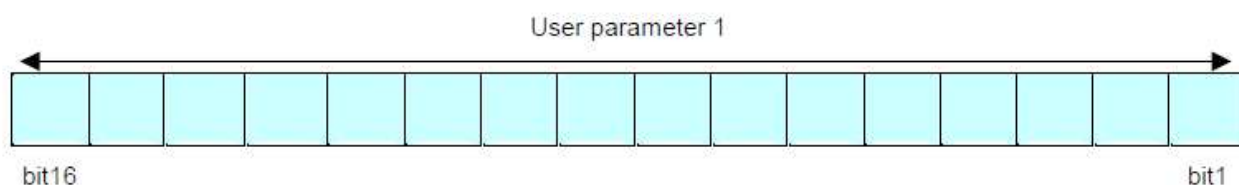
使用者的參數設定存儲在不同的數據類型。基本位址和型式可由下表

得知。所有這些值可以利用功能碼 03hex, 04 進制和 06hex 進行訪問。

Address	Value	Factor	Words	Type	Unit
102	PT ratio	10	1	UINT16	-
103	CT ratio	10	2	UINT32	-
105	Nominal voltage L – L	10	2	UINT32	-
107	Tolerance nominal voltage		1	UINT16	%
108	Phase - offset		1	SINT16	°
109	Control sensitivity	10	1	UINT16	-
110	Target cos $\phi$ 1 (0..100..200 = i0.00..1.00..c0.00)		1	UINT16	-
111	Target cos $\phi$ 2 (0..100..200 = i0.00..1.00..c0.00)		1	UINT16	-
112	Discharge time	10	1	UINT16	s
113	Switching time	10	1	UINT16	s
114	Switching time delay Step exchange	10	1	UINT16	s
115	asymmetry factor		1	UINT16	-
116	Max. switching cycles		1	UINT32	-
118	Max. operation hours		1	UINT16	h
119	Limit THD-U	10	1	UINT16	-
120	Delay time THD U and Temperature 2	10	1	UINT16	
121	Temperature limit 1	10	1	UINT16	°
122	Temperature limit 2	10	1	UINT16	°
123	Q offset	5	1	SINT16	var
124	Temperature offset		1	SINT16	°

在位址 100 使用者設定參數會收集在此但沒有形成一個數值。所有使用者參數是二進制編碼。每個單獨的 bit 代表各自在”測量”目錄中的調整值的“控制”。這是 UInt16 值編碼如下。

Address	Value	Words	Type	Unit
100	Control output	1	UINT16	-

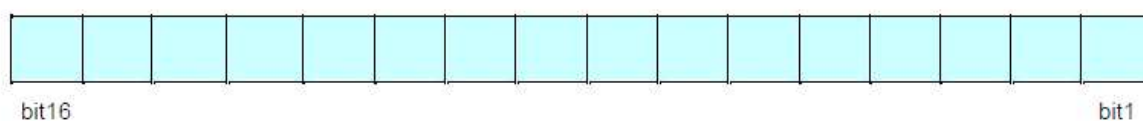


- Bit 1: (1) = Connection Measurement L-L (0) = connection measurement L-N
- Bit 2: (1) = Target cos  $\phi$  2 active (0) = target cos  $\phi$  1 active
- Bit 3: (1) = Measurement FIX 50Hz
- Bit 4: (1) = Measurement FIX 60Hz } (if both set to 0, measurement is set to auto)
- Bit 5: (1) = automatic Step size detection off (0) = step size detection on
- Bit 6: (1) = Step exchange active (0) = step exchange off
- Bit 7: (1) = Control off (0) = control on or hold
- Bit 8: (1) = Lifo mode active (0) = normal control mode
- Bit 9: (1) = Kombifilter active (0) = normal control mode
- Bit 10: (1) = Progressiv (0) = normal control mode
- Bit 11: (1) = AI countdown when restart (0) = AI countdown off
- Bit 12: (1) = Target PF2 for P-Export (0) = No tariff switch over
- Bit 13: (1) = Target PF2 via DI (0) = No tariff switch over
- Bit 14: (1) = DI active with closed input (0) = DI active with open input
- Bit 15: (1) = reset step database
- Bit 16: (1) = recognize defective steps (0) = not recognize defective steps

在位址 101 你可以找到使用者參數報警，這是沒有顯示單一數值。此時所有使用者參數是二進制編碼。這個 UInt16 值編碼如下。

Address	Value	Words	Type	Unit
101	Control output	1	UINT16	-

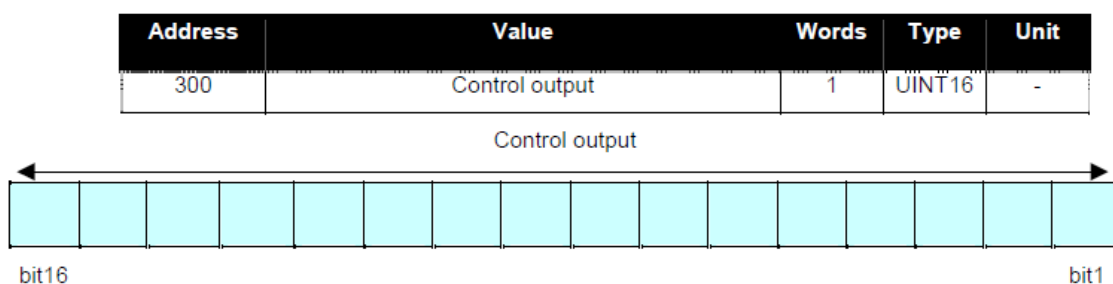
Alarm



- Bit 1: (1) = "THD U Alarm" enabled (0) = "THD U Alarm" disabled
- Bit 2: (1) = "THD Alarm Steps off" enabled (0) = "THD Alarm Steps off" disabled
- Bit 3: (1) = "Temperature Alarm" enabled (0) = "Temperature Alarm" disabled
- Bit 4: (1) = "Control Alarm" enabled (0) = "Control Alarm" disabled
- Bit 5: (1) = "Defective Step Alarm" enabled (0) = "Defective Step Alarm" disabled
- Bit 6: (1) = "Maintenance Alarm" enabled (0) = "Maintenance Alarm" disabled
- Bit 7: (1) = "I=0 freeze PCF" enabled (0) = "I=0 freeze PCF" disabled
- Bit 8: (1) = "Derating Alarm" enabled (0) = "Derating Alarm" disabled
- Bit 9: (1) = "Reset Userparameter"
- Bit 10: (1) = temp. input as DI (0) = temp. input for temp. measurement
- Bit 11: (1) = control on "Hold" (0) = normal control
- Bit 12: (1) = "AI Abrt Alarm" enabled (0) = "AI Abrt Alarm" disabled
- Bit 13: (1) = Reset Alarm manually (0) = Automatic alarm reset
- Bit 14: (1) = "Steps off when Q cap" enabled (0) = "Steps off when Q cap" disabled
- Bit 15: reserved
- Bit 16: reserved

### 3.2.10 設定狀態

資料的每一步都存儲在數據庫中。該資訊可以為不同的數據類型。以下提到的寄存器，其為有效的輸出 bit 配置：所使用的控制輸出狀態可以由下面的 bit 表中看出。如果 bit=1，表示輸出有效。



- Bit 1: (1) = Relay output 1 active (0) = Relay output 1 inactive
- Bit 2: (1) = Relay output 2 active (0) = Relay output 2 inactive
- Bit 3: (1) = Relay output 3 active (0) = Relay output 3 inactive
- Bit 4: (1) = Relay output 4 active (0) = Relay output 4 inactive
- Bit 5: (1) = Relay output 5 active (0) = Relay output 5 inactive
- Bit 6: (1) = Relay output 6 active (0) = Relay output 6 inactive
- Bit 7: (1) = Relay output 7 active (0) = Relay output 7 inactive
- Bit 8: (1) = Relay output 8 active (0) = Relay output 8 inactive
- Bit 9: (1) = Relay output 9 active (0) = Relay output 9 inactive
- Bit 10: (1) = Relay output 10 active (0) = Relay output 10 inactive
- Bit 11: (1) = Relay output 11 active (0) = Relay output 11 inactive
- Bit 12: (1) = Relay output 12 active (0) = Relay output 12 inactive
- Bit 13: (1) = Relay output 13 active (0) = Relay output 13 inactive
- Bit 14: (1) = Relay output 14 active (0) = Relay output 14 inactive

基本位址和數據類型，可以由下表得知。所有這些值可以被訪問的功能碼為 03hex 和 04hex。

Address	Value	Words	Type	Units
200	Fix steps (1 = fix)	1	UINT16	-
201	Fix steps on/off (1 = on)	1	UINT16	-
202	Defective steps (1 = defective)	1	UINT16	-

所有其他步驟的詳細信息、他的位址和數據類型，可以由下表得知。

該值的大小是根據額定電壓。

Adress	Value	Factor	Words	Type	Unit
208	Current step size step 1	5	1	SINT16	var
209	Current step size step 2	5	1	SINT16	var
210	Current step size step 3	5	1	SINT16	var
211	Current step size step 4	5	1	SINT16	var
212	Current step size step 5	5	1	SINT16	var
	:				
	:				
218	Current step size step 11	5	1	SINT16	var
219	Current step size step 12	5	1	SINT16	var
220	Current step size step 13	5	1	SINT16	var
221	Current step size step 14	5	1	SINT16	var
222	Initial step size step 1	5	1	SINT16	var
223	Initial step size step 2	5	1	SINT16	var
224	Initial step size step 3	5	1	SINT16	var
225	Initial step size step 4	5	1	SINT16	var
226	Initial step size step 5	5	1	SINT16	var
	:				
	:				
232	Initial step size step 11	5	1	SINT16	var
233	Initial step size step 12	5	1	SINT16	var
234	Initial step size step 13	5	1	SINT16	var
235	Initial step size step 14	5	1	SINT16	var

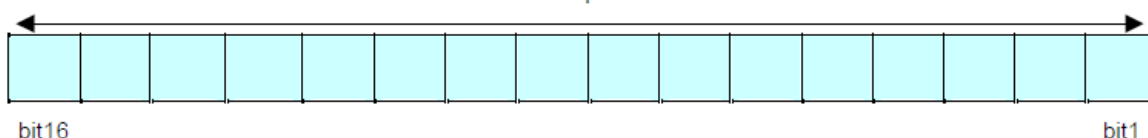
Adress	Value	Factor	Words	Type	Unit
236	Switching cycles step 1		1	UINT16	
237	Switching cycles step 2		1	UINT16	
238	Switching cycles step 3		1	UINT16	
239	Switching cycles step 4		1	UINT16	
243	Switching cycles step 8		1	UINT16	
244	Switching cycles step 9		1	UINT16	
246	Switching cycles step 11		1	UINT16	
247	Switching cycles step 12		1	UINT16	
248	Switching cycles step 13		1	UINT16	
249	Switching cycles step 14		1	UINT16	

### 3.2.11 設備狀態

下面提到的寄存器包含的信息、報警，狀態的數位輸出。報警的配置可以由下面的表看出。如果指 bit=1 時，報警被啟動。所有這些值可以使用功能碼 03hex 和 04hex 訪問。

Address	Value	Words	Type	Unit
700	Alarm status	1	UINT16	-

Output



- Bit 1: (1) = "Switching cycles" active (0) = "Switching cycles" normal
- Bit 2: (1) = "Operation hours" active (0) = "Operation hours" normal
- Bit 3: (1) = "Temperature Alarm 2" active (0) = "Temperature Alarm 2" normal
- Bit 4: (1) = "Temperature Alarm 1" active (0) = "Temperature Alarm 1" normal
- Bit 5: (1) = "Step derating Alarm" active (0) = "Step derating Alarm" normal
- Bit 6: (1) = "Defective Step Alarm" active (0) = "Defective Step Alarm" normal
- Bit 7: (1) = "THD Alarm" active (0) = "THD Alarm" normal
- Bit 8: (1) = "Control alarm" active (0) = "Control Alarm" normal
- Bit 9: (1) = "Over current alarm" active (0) = "Over current alarm" normal
- Bit 10: (1) = "Under current alarm" active (0) = "Under current alarm" normal
- Bit 11: (1) = "Voltage <> tolerance alarm" active (0) = "Voltage <> tolerance alarm" normal
- Bit 12: reserved
- Bit 14: reserved
- Bit 15: reserved
- Bit 16: reserved



除了上訴的資料，還有其他的數值存在於設備的內存記憶體中。它們可能包含重要的設備設置數據。如果你不知道它包含的數據含意，請勿寫入任何位址！

## 4. 故障排除

如果設備沒有正常工作，請檢查以下幾點：

1. 假如無法通訊，那麼錯誤一定會是在 PFR-X 和 PC 之間！
  - 檢查速率、配類和位址是否正確，不正確的話，請更改相關配置。
  - 可能是線路 A 和 B 極性錯誤，請對調
  - 檢查 RS485/RS232 轉換器，盡量使用的建議的轉換器
  - 也許通訊埠已經被另一個應用程序使用，必要時請停止其他程序
  - 檢查終端和偏壓電阻，必要時請更正
2. 請確認電纜的總線連接有無任何受損狀況？所有的插頭連接是否正確？如果需要請更換。
3. RS485 連接的 pin 腳是否正確？有必要請更正。
4. 屏蔽的總線不能與接地線連接。但是，屏蔽應連接到保護接地。如果有必要請更正。
5. 如果可以通訊，但客戶的軟體有問題，那麼請檢查以下幾點：
  - 檢查軟體上總線的位址、配類和速率
  - 檢查數據