



EINFUNC_驱动手册_3S_V5.0_INV_T_IVC

V5.0_20170707

1. 3S 通讯技术描述

■ 3S 通讯目的

3S 通讯技术是指将 PLC 程序中任意指定的操作数如定时器、计数器、内部变量数据和常量数据,通过 PLC 直流固态输出点组成的 3S 通讯接口串行传送至带有 3S 通讯接口的外部设备上,使这些设备对接收到的数据进行进一步的处理,如图 1-0-1 所示。这项技术由任志兵于 1995 年发明研制,在当年申请并实施了实用新型专利:ZL95226265.7。在图 1-0-1 中:

- U1: 可编程序控制器 PLC, 数字输出点 (DO) 类型为晶体管型或场效应管型;
- B2: 可编程序控制器 PLC 的输出驱动电源, DC24V;
- H1: 带有 3S 通讯接口的外部设备, 它需要接收整数, 16Bits;
- H2: 带有 3S 通讯接口的外部设备, 它需要接收整数, 16Bits;
- H3: 带有 3S 通讯接口的外部设备, 它需要接收双整数, 32Bits。

■ 3S 基本连接

任选 PLC-U1 三个晶体管输出点作为最基本的 3S 通讯接口, 如图 1-0-1 中所示的 Y10、Y11 和 Y12 点:

定义 Y10 为“帧同步时钟” 简称: **并行时钟 RCK**

定义 Y11 为“串行驱动时钟” 简称: **串行时钟 SCK**

定义 Y12 为“数据输出口” 简称: **数据出口 DATA**

将这三点分别与带有 3S 通讯接口的外部设备-H1 的 RCK、SCK 和 D00 端子相连接, 再分别将 PLC 的公共端 COM 和外部设备的公共端 COMD 与 DC24V 电源-B2 相连即告完成。这种基本连接方式适合于传送很少量的数据, 如 PLC 驱动一台五位数字显示器, 只有一个数据通道, 每帧数据传送一个字 (16Bits) 的整数。

■ 3S 增量连接

在最基本的连接基础上只需增加数据输出口 Y13、Y14、Y15....., 各个数据通道在时钟的驱动下同时向外部设备的数据输入端 D00、D01、D02.....传送数据, 每个通道每帧传送一个字 (16Bits) 的数据码。这样能够保证传送速度不变。如图 1-0-1 中, -H3 外设需要接收双整数数据 (32Bits), PLC-U1 需要两个数据输出口, 一个传送双整数的低字, 另一个传送双整数的高字。

■ 3S 扩展连接

扩展型连接是 PLC-U1 同时驱动多台 3S 接口外部设备。在 PLC 侧也是只需增加数据输出口 Y13、Y14、Y15....., 将数据分别送至对应的外部设备; 而各台外部设备的 RCK 和 SCK 分别并联起来, 共用时钟。

以上三种连接方式本质上都一样, 无论有多少个数据通道, 都是在时钟的驱动下同时向外部设备发送数据; 在每台 3S 外设都只需要单通道数据的前提下, n 台设备只占用 PLC 的 n+2 个直流固态 DO 点。

■ 3S 驱动程序

3S 驱动程序 **3S** 不是安装在 PLC 的软件底层上的固件, 而是由 PLC 的用户程序来完成, 非常简单, 驱动单通道数据只需 5 个程序行共 12 个指令就可完成; 驱动多通道数据并不会成倍增加程序行和指令步数。请参考后面章节有关 **3S** 示范驱动程序的详尽描述。在驱动程序中, 各个要被传送的数据字由 MOV 指令来捕捉, 并行



传送到各个对应的字串行移位通道上,字串行移位通道的最高位 MSB 连接指定的数据输出口(晶体管输出点),在串行时钟 SCK 的作用下 SHL 左移指令驱动数据由低向高移位,从数据输出口逐步移位出去;被传送的数据无论是什么数据类型,总是高位在前,低位在后,由低向高方向串行移位;SCK 每发出 16 个脉冲就完成每个通道一帧数据的传送,每帧数据宽度为 16Bits。

通过后面章节有关 **3S** 示范驱动程序梯形图结构,不难看出这种驱动程序只须五个程序行步骤:**“并行时钟、数据移位、串行时钟、数据出口、时钟时序”**。为便于记忆,我们把它编成五字口诀,任何品牌的 PLC 都可以按照五字口诀结构编制 **3S** 驱动程序,前后顺序千万不能排错:**3S_V5.0: 并、移、串、出、时**

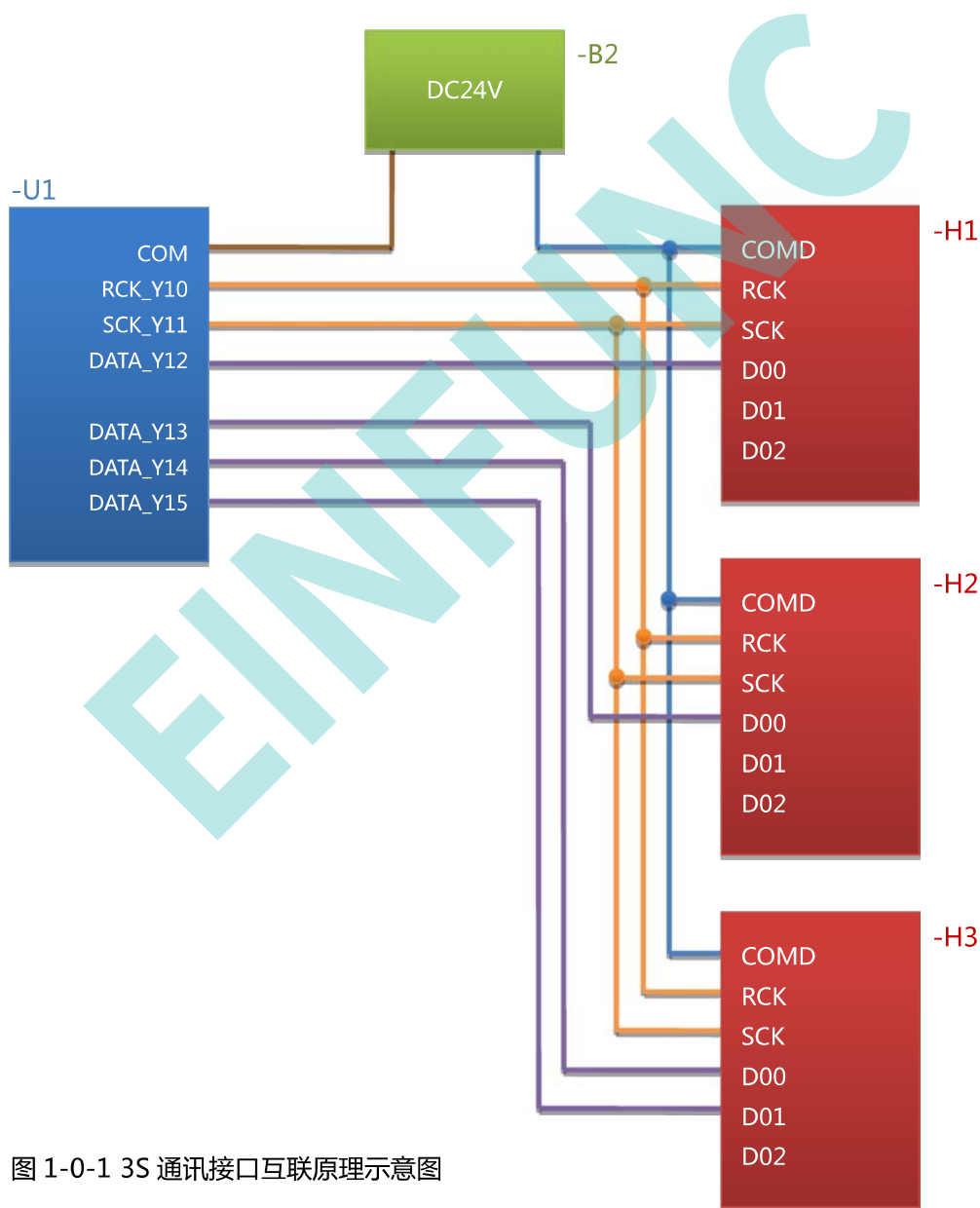


图 1-0-1 3S 通讯接口互联原理示意图



■ 3S 通讯电源

- ❖ 3S 通讯线路电源就是图 1-0-1 中的-B2 电源，DC24V。它与各设备的 COM/COMD 的连接方向取决于 PLC-U1 的 DO 晶体管/场效应管的有效电流方向：

表 1-1

PLC 的 DO 晶体管/场效应管有效电流方向	PLC DO 的 COM 端	3S 接口设备的 COMD 端
源电流输出，即所谓“高电平有效”	COM，接 DC24V	接 DC0V
漏电流输出，即所谓“低电平有效”	COM，接 DC0V	接 DC24V

- ❖ DC24V 电源必须是与强电完全隔离的开关型电源，不可使用线性电源。
- ❖ 尽量做到电源-B2 是独立的 DC24V 电源和独立的 COM 区，即不与其他感性直流负载共用，则能大大提高 3S 通讯的抗干扰能力。同一 COM 区内的其他晶体管输出点最好只接阻性负载，如 DC24V 指示灯；如果接了直流电磁线圈，则必须在直流线圈两端并联反向二极管释能元件，以防止 PLC 和 3S 外设长期受电应力的损害。
- ❖ 推荐按标准电源配置接线，这符合工业通讯技术规范，即相互通讯的设备之间在电气上是相互隔离的，适合长距离通讯，并且抗干扰能力也最强。如果用户出于成本方面的考虑，也可以按图 2-1-1 那样的简洁电源配置接线。

■ 3S 通讯导线

- ❖ 布线长度≤150m 时，可用普通电线，但仍建议 3S 信号线穿金属软管、硬管或金属线槽敷设；
- ❖ 布线长度 > 150m 时，推荐用绝缘屏蔽线；屏蔽线的屏蔽层应单点接 EE 或 DC24V 电源的 0V 端；
- ❖ 最长布线距离 300m，这时可能要加宽 3S 脉冲宽度；
- ❖ 无论何种导线，都要避免 3S 外设的电源线和信号线与强电动力线近距离平行布线或穿于同一管槽内。

■ 3S 通讯速度

PLC 每运行 32n 个扫描周期，3S 外设才能刷新一次接收数据结果。3S 通讯速度的快慢与 PLC 的扫描周期 T 和 3S 脉冲宽度 n 有关，n 为≥1 的正整数，即后面章节提到的 3S 脉冲宽度设定值 SV_3S，是 PLC 扫描周期的整倍数。下例公式可计算 3S 通讯每秒钟传送的帧数：f 单位：帧/s，T 单位：ms

$$f = \frac{1000}{32nT}$$

■ 3S 脉冲宽度

- ❖ 3S 外设连接在 PLC 本地主机架的 DO 点和本地扩展 I/O 模块的 DO 点时，3S 脉冲宽度应大于 PLC 晶体管输出点响应 ON/OFF 的最大时间的两倍以上；
- ❖ 3S 外设连接在主从模式现场总线（如 MODBUS 等）的从站节点 I/O 模块的 DO 点上时，3S 脉冲宽度应大于现场总线循环时间的两倍以上。

这两个条件简称为“**双时条件**”，这一点很重要。

■ 3S 时钟负荷

- ❖ 若 RCK 和 SCK 所用的晶体管输出点额定负载能力为 0.3A，则它们可驱动最多 38 个 3S 外设；
- ❖ 若 RCK 和 SCK 所用的晶体管输出点额定负载能力为 0.5A，则它们可驱动最多 69 个 3S 外设。

■ 3S 电磁环境

完全同 PLC 所需电磁环境。PLC 受得了，3S 外设也受得了。



■ 3S 搭载总线

3S 通讯脉冲完全可以搭载至工业以太网和现场总线上，以实现更远和更广泛的数据传输，比如将 3S 外设接在现场总线 Modbus 从站 I/O 模块上，但要注意可能需要调整 3S 脉冲宽度。

这样的搭车技术，早已在 PROFINET、PROFIBUS、MODBUS、ControlNet 和 CC-Link 等网络总线上得到证实和应用。

■ 3S 优点缺点

- ❖ 优点：3S 驱动程序开源，不受串口通讯协议限制，支持任何品牌的 PLC、PAC 和 IPC 等，还可搭车工业网络；
- ❖ 优点：3S 通讯数据线与 3S 外设一对一，便于故障分析和排查。而 RS485 总线遇某个劣质节点硬件故障时，不好排查故障，整个网络都受影响；
- ❖ 优点：3S 通讯导线在一定范围内无特殊要求，可使用普通电线；
- ❖ 优点：3S 通讯技术占用 PLC 硬件资源非常少，比传统的数据并行传输或并行锁存传输方式少得多；
- ❖ 优点：3S 通讯技术可靠性很高，遇到干扰后恢复正确数据的时间只需要 PLC 的 32 个扫描周期，比两线传输方式恢复的快；
- ❖ 缺点：3S 通讯技术与 RS485 双绞线通讯技术相比，随着 3S 外设数量增加，占用 PLC 硬件资源亦随之递增；
- ❖ 缺点：3S 通讯距离与 RS485 双绞线通讯距离相比，在不增加中继器的前提下还是较短（300m max）。

2. 3S_V5.0 驱动示例

3S 驱动程序不是安装在 PLC 的软件底层上的固件，而是由 PLC 的用户程序来完成。

3S_V5.0 由爱羽方科技在 2017 年 01 月编制，通过了工业现场的应用测试，并向下兼容。比起 V1.0~V4.0 版的驱动程序，V5.0 版代码更加优化，更加简洁、易读、易懂和易写了。

本文档全面描述了 **3S_V5.0** 通讯技术在 INVT 公司生产的可编程控制器 IVC1 上的应用，在 IVC1 上的程序结构原理同样适用于 INVT 公司其他系列的 PLC。





1) IVC1 驱动一台 3S 外设_单数据线

■ 项目任务

将 IVC1 程序中内部变量 DATA_H1 的有符号整数，经 3S 接口传送给 3MD3-A15D2 03H 数字显示器，以十进制数形式将数值-32768~+32767 毫无偏差地显示出来。见图 2-1-1。

■ 硬件连接

表 2-1-1 硬件明细表

硬件符号	硬件名称	硬件规格型号	说明
-U1	可编程序控制器	IVC1-1006MAR2	PLC CPUs
	扩展输入输出模块	IVC1-0808ENT	8 DI_DC24V / 8 DO_晶体管，漏电流输出
-B2	开关电源	6PE1331-5BA00	PLC 输出电源，DC24V 0.6A
-H1	数字显示器	3MD3-A15D2 03H	单行五位数码，DC24V，3S 通讯接口，16Bits

本示例中的电源配置为“简洁配置”。

■ 程序代码

项目名称：INVT_3SDrive_V5_IVC1_0

软件名称：Auto Station

本驱动代码用“驱动一台数显+按键操作”来示例，按键操作部分不是必须的。示例中均采用全局变量，当然您也可以在子程序中适当采用局部变量传递参数，使被调用的子程序块可读性更强。

■ 扩宽脉宽

当 IVC1 中的程序量较少，最短扫描周期时间较短，使得 3S 脉宽不能满足第一章所述“[双时条件](#)”时，数据将不能完整传输，这时应人工扩宽脉冲宽度。

子程序 SBR_DRV1 梯级 N0 起，使用 INC、<、CSRET 和 MOV 指令。3S 脉宽当前值 PV_3S 累计 CPU 的扫描周期的次数，当它小于 3S 脉宽设定值时，退出子程序，即不实施显示驱动；只有当它大于等于 3S 脉宽设定值时，自身清零，并进入后面的驱动程序行。这样做可在不改变 CPU 扫描周期的前提下，将 3S 脉宽调整为 CPU 扫描周期的整倍数，增加 3S 脉宽，保证数据完整传送。

3S 脉宽设定值取值 1~2+，示例为 3，0 和 1 不加宽，2 表示 3S 脉宽为 CPU 扫描周期的两倍，3 表示三倍.....以此类推。从 2 开始往上调整，直至数字显示器显示数值正确为止。





■ 使用按键

3MD3-A15D2 03H 是带按键的数字显示器，由于这些按键在电气上是独立于数字显示器的按钮开关，即直接键，因此可以任意定义这些按键的功能。我们以切换显示 IVC1 控制的某个温度当前值和修改设定值为例，来说明按键的用法。

■ 按键连接

见图 2-1-2。3S 通讯连接的线路与图 2-1-1 是相同的，只是采用了标准电源配置；四个按键 F1、F2、DN 和 UP 的输出接点分别接至 IVC1 的 X10、X11、X12 和 X13 输入点上。

表 2-1-2 硬件明细表

硬件符号	硬件名称	硬件规格型号	说明
-U1	可程序控制器	IVC1-1006MAR2	PLC CPUs
	扩展输入输出模块	IVC1-0808ENT	8 DI_DC24V / 8 DO_晶体管，漏电流输出
-B2	开关电源	6PE1331-5BA00	PLC 输出电源，DC24V 0.6A
-B3	开关电源	6PE1331-5BA00	PLC 输出电源，DC24V 0.6A
-B4	开关电源	6PE1331-5BA00	PLC 输出电源，DC24V 0.6A
-H1	数字显示器	3MD3-A15D2 03H	单行五位数码，DC24V，带 3S 通讯接口，16Bits

本示例中的电源配置为“标准配置”。

■ 修改数值

温度当前值存于 PV_H1，温度设定值存于 SV_H1，显示设定范围：-327.68~327.67。小数点由数字显示器上的 M 键和 S 键人工设定。

修改设定值的思路：用按键操作 INC 和 DEC 指令来增减 SV_H1 的数据，以达到修改温度设定值的目的。

■ 按键操作

不按任何键，3MD3-A15D2 03H 数字显示器显示温度当前值；

只按 F1 设定键，数字显示器显示温度设定值；

按住 F1 设定键，同时点动 ▲ 键或 ▼ 键可细调温度设定值；

按住 F1 设定键，同时按住 ▲ 键或 ▼ 键不放，两秒钟以后温度设定值呈较快速度变化；

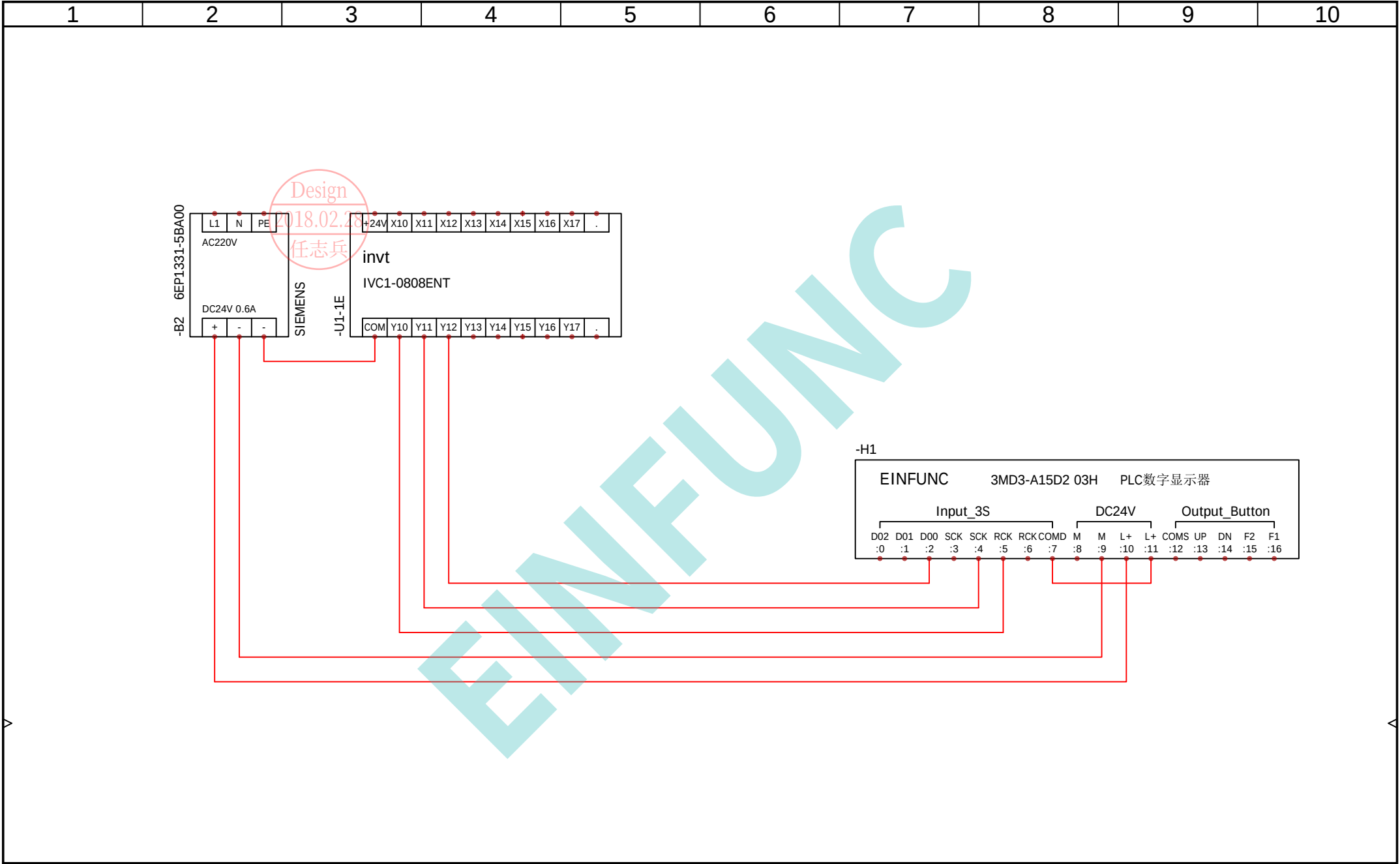
同时按住 F1 设定键和 F2 加速键，再同时按住 ▲ 键或 ▼ 键，温度设定值则以最快速度变化。

■ 程序代码

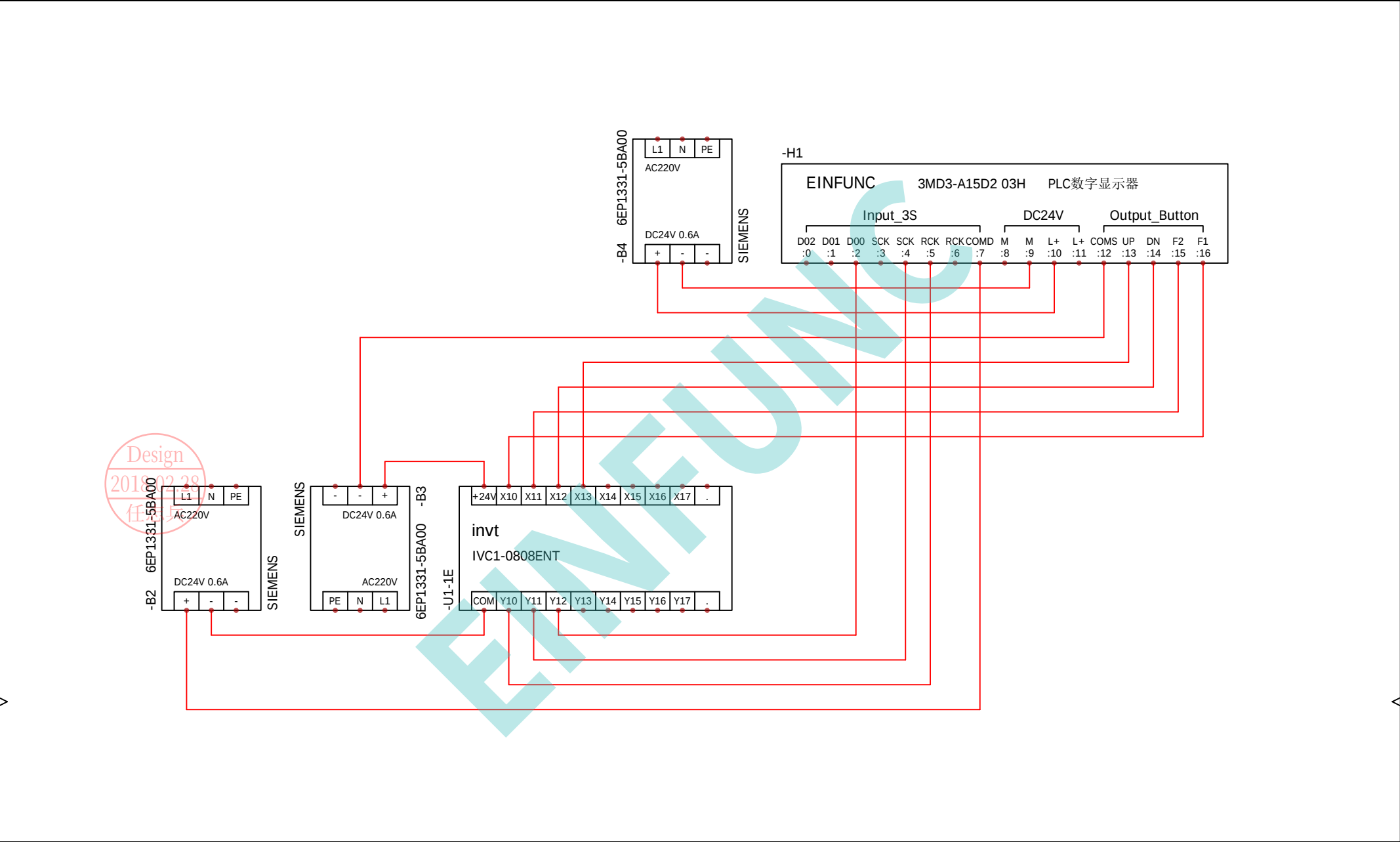
项目名称：INVT_3SDrive_V5_IVC1_0

软件名称：Auto Station

本驱动代码用“驱动一台数显+按键操作”来示例。示例中均采用全局变量，当然您也可以在子程序中适当采用局部变量传递参数，使被调用的子程序块可读性更强。



爱羽方 EINFUNC +8610 13501156650 support@einfunc.com.cn http://www.einfunc.com.cn	电气原理图_3S_1to1 IVC 连接1台 3MD3-A15D2 03H 接口: 3S			标号	
				0	
				图纸	
				04	
编号: 0020	位置: +L1	默认位置1		修改	
用户数据 1		用户数据 2			
invt: IVC1-1006MAR2 + IVC1-0808ENT		EINFUNC: 3MD3-A15D2 03H			



爱羽方 EINFUNC +8610 13501156650 support@einfunc.com.cn http://www.einfunc.com.cn	电气原理图_3S_1to1_KEY IVC 连接1台 3MD3-A15D2 03H_使用按键 接口: 3S				标号 0		
		0	2017/8/2	任志兵			
			号码	姓名	日期	修改	图纸 06
			用户数据 1 invt: IVC1-1006MAR2 + IVC1-0808ENT		用户数据 2 EINFUNC: 3MD3-A15D2 03H		
编号: 0020	位置: +L1	默认位置1					

图2-1-2

工程名: INVT_3SDrive_V5_IVC1_0.tsp
程序名: MAIN
作者: 任志兵

变量地址	变量名称	变量类型	数据类型	注释
		TEMP	BOOL	
		TEMP	BOOL	
		TEMP	BOOL	
		TEMP	BOOL	
		TEMP	BOOL	

/*调用子程序: 发送数据*/

SM0

[CALL SBR_DRV1]

/*调用子程序: 使用按键（本子程序并非必须）*/

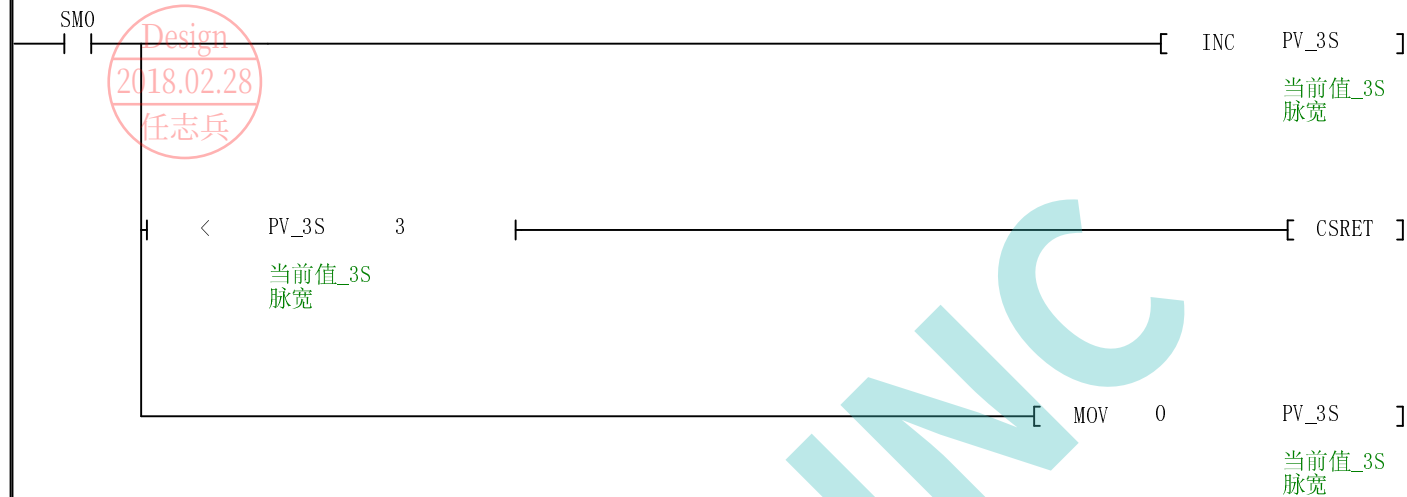
SM0

[CALL SBR_BUTT]

工程名: INVT_3SDrive_V5_IVC1_0.tsp
程序名: SBR_DRV1
作者: 任志兵

变量地址	变量名称	变量类型	数据类型	注释
		IN	INT	
		IN_OUT	WORD	
		OUT	BOOL	
		TEMP	WORD	

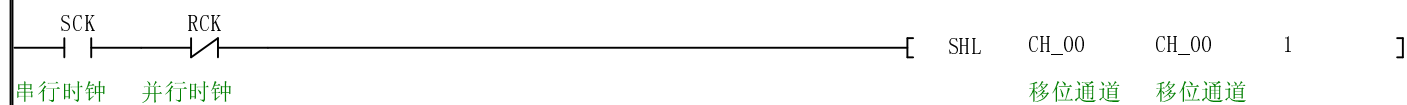
/*判断脉宽: 3S脉宽当前值累计CPU扫描次数, 当它小于3S脉宽设定值时, 返回; 否则自身清零, 并进入后面的3S驱动代码*/



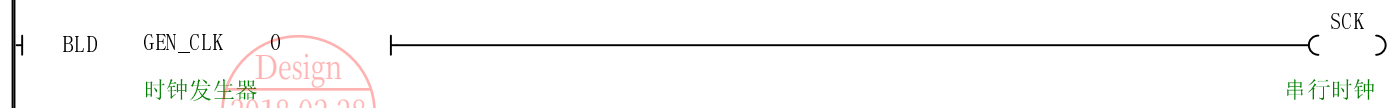
/*并行时钟: 时钟发生器被清零时, 被发送数据装载至移位通道上, 并驱动并行时钟*/



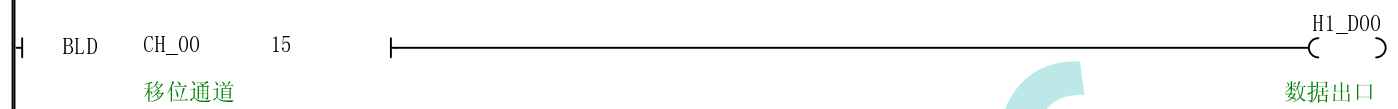
/*数据移位: 在串行时钟的驱动下, 移位通道上的数据左移*/



/*串行时钟：时钟发生器最低位驱动串行时钟*/



/*数据出口：移位通道的最高位驱动数据出口*/



/*时钟时序：时钟发生器自运行，产生时钟时序*/



工程名: INVT_3SDrive_V5_IVC1_0.tsp
程序名: SBR_BUTT
作者: 任志兵

变量地址	变量名称	变量类型	数据类型	注释
		IN	BOOL	
		IN_OUT	INT	
		OUT	INT	
		TEMP	BOOL	

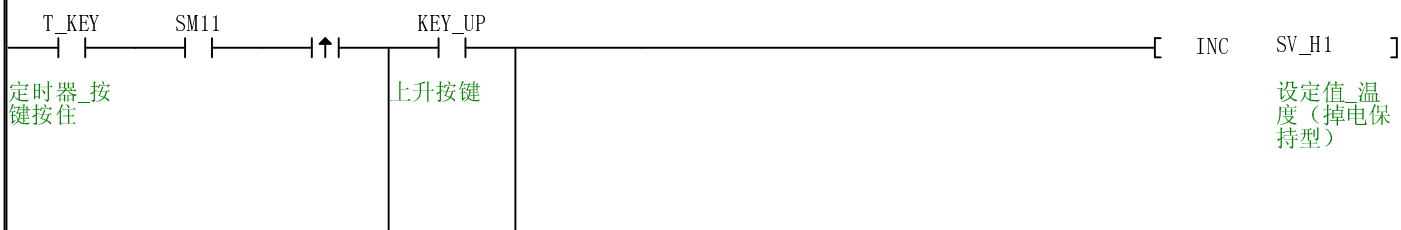
/*不按F1键, 发送当前值, 并返回; 按下F1键, 发送设定值*/

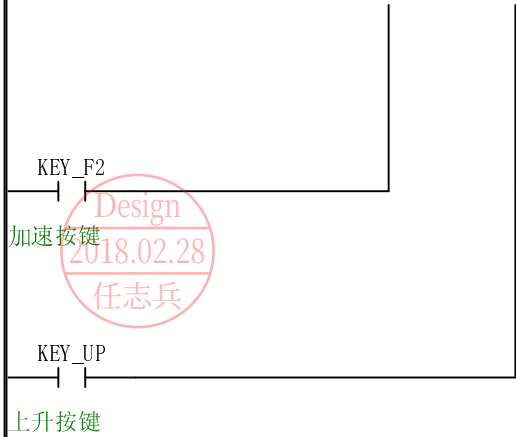


/*延时两秒: 按住设定键和升/降键不动, 两秒钟后定时器T_KEY动作*/

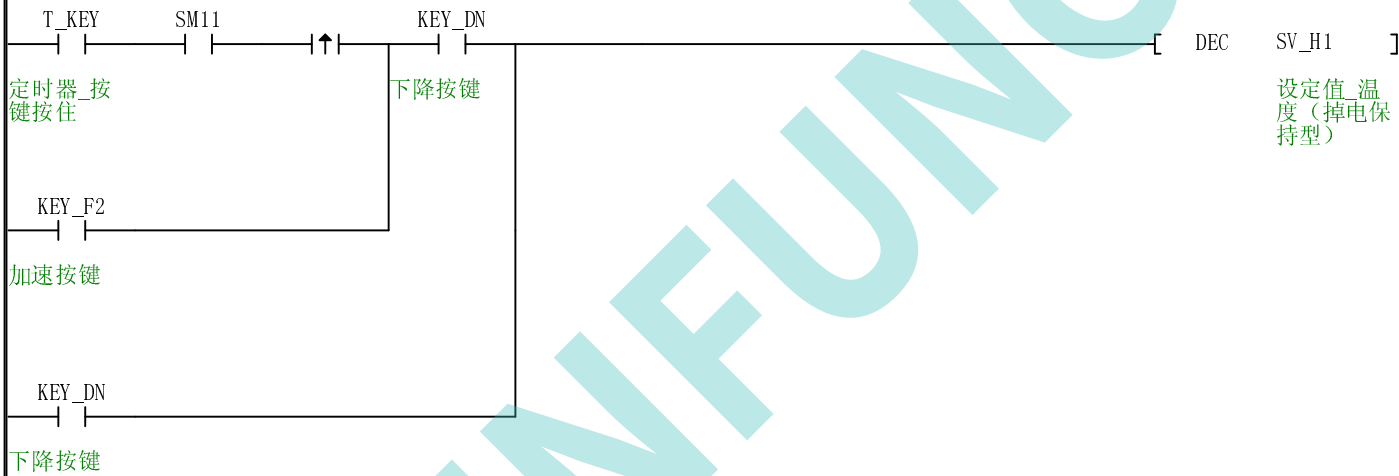


/*设定值增加: 详细描述见本章节的文字部分*/





/*设定值减少：详细描述见本章节的文字部分*/



	变量名	变量地址	注释
1	KEY_F1	X20	设定按钮
2	KEY_F2	X21	加速按钮
3	KEY_DN	X22	下降按钮
4	KEY_UP	X23	上升按钮
5	RCK	Y10	并行时钟
6	SCK	Y11	串行时钟
7	H1_D00	Y12	数据出口
8	T_KEY	T209	定时器 按钮按住
9	PV_3S	D0	当前值_3S脉宽
10	GEN_CLK	D1	时钟发生器
11	CH_00	D10	移位通道
12	DATA_H1	D100	被发送数据_H1
13	PV_H1	D200	当前值_温度
14	SV_H1	D5120	设定值_温度 (掉电保持型)



EINFUNG



2) IVC1 驱动三台 3S 外设_多数据线

■ 项目任务

将 IVC1 中的变量 DATA_H1 和 DATA_H2 的有符号整数，和 DATA_H3 的有符号双整数，通过 3S 接口分别传送给三台 3MD3-A 系列数字显示器，以十进制数形式将数据-32768~+32767 或±99999999 毫无偏差地显示出来。

■ 硬件连接

表 2-2-1 硬件明细表

硬件符号	硬件名称	硬件规格型号	说明
-U1	可编程序控制器	IVC1-1006MAR2	PLC CPUs
	扩展输入输出模块	IVC1-0808ENT	8 DI_DC24V / 8 DO_晶体管，漏电流输出
-B2	开关电源	6PE1331-5BA00	PLC 输出电源，DC24V 0.6A
-B4	开关电源	6PE1331-5BA00	数字显示器工作电源，DC24V 0.6A
-H1	数字显示器	3MD3-A15D2 03H	单行五位数码，DC24V，带 3S 通讯接口，16Bits
-H2	数字显示器	3MD3-A15D2 03H	单行五位数码，DC24V，带 3S 通讯接口，16Bits
-H3	数字显示器	3MD3-A18D2 03H	单行八位数码，DC24V，带 3S 通讯接口，32Bits

本示例中的电源配置为“标准配置”。

从图 2-2-1 中不难看出，这三台数字显示器是共用 RCK 和 SCK 的，这正是 3S 通讯技术的优势所在。三台显示器并不是占用 IVC1 的 10 个输出点，而是只占用 6 个输出点。

■ 程序代码

项目名称：INVT_3SDrive_V5_IVC1_1

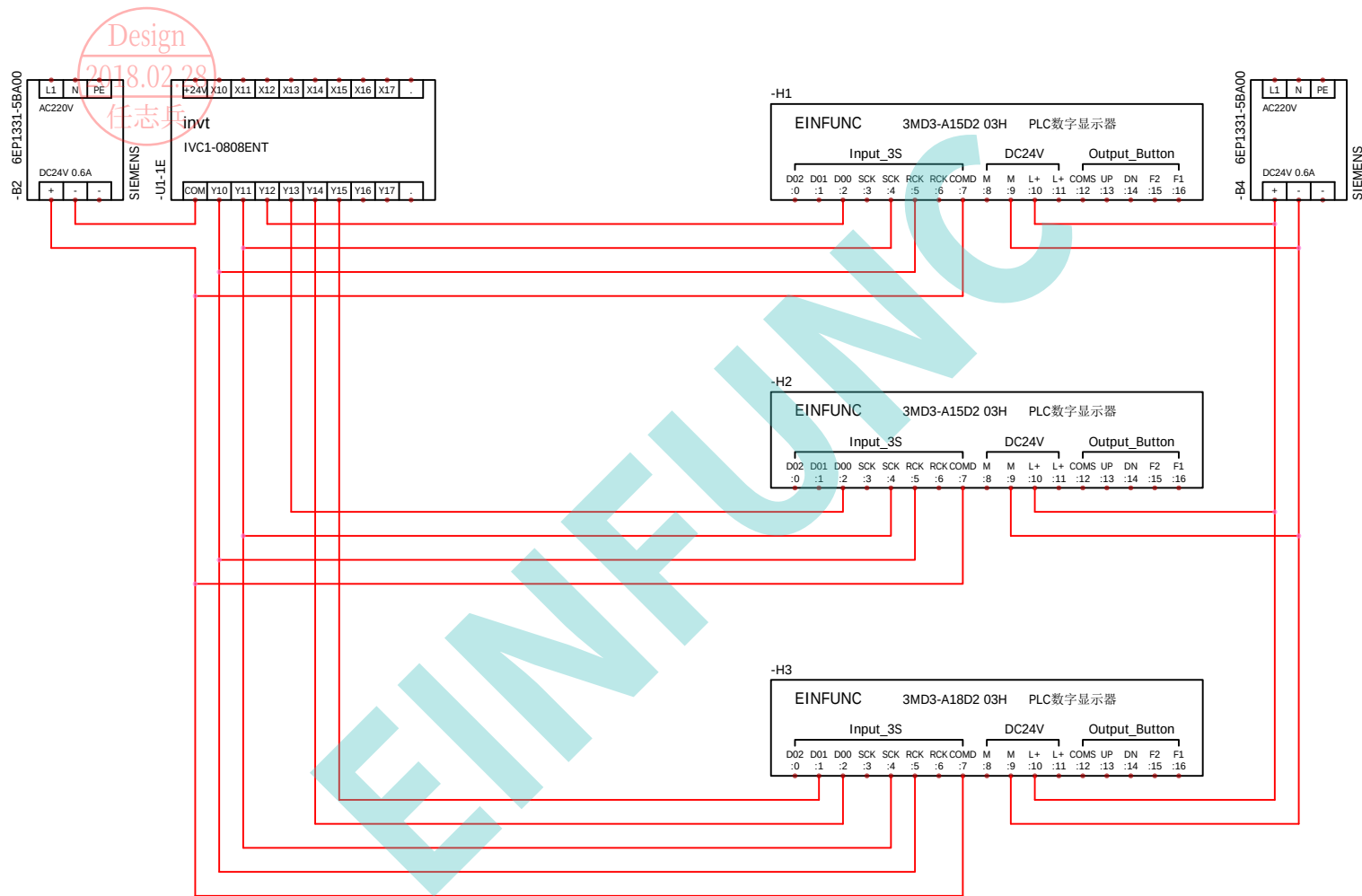
软件名称：Auto Station

本驱动代码用“驱动一台数显+按键操作”来示例。示例中均采用全局变量，当然您也可以在子程序中适当采用局部变量传递参数，使被调用的子程序块可读性更强。

■ 结构对比

对比 SBR_DRV3 与 SBR_DRV1，您会发现程序结构并没有改变，只是在并行时钟梯级增加了被装载的数据，在数据移位梯级增加了数据移位通道；在数据出口梯级增加了数据出口输出点。所以，驱动程序量并不因显示器台数的增加而成倍增加。这个例子也说明无论爱羽方产品型号如何，只要具备 3S 通讯接口，都可以按照这种时钟共用的方式扩展 3S 通讯。





爱羽方 EINFUNC
+8610 13501156650
support@einfunc.com.cn
http://www.einfunc.com.cn

电气原理图_3S_1to3
IVC 连接3台 3MD3-A1xD2 03H
接口: 3S

编号: 0020

位置: +L1

默认位置1

0	2017/8/2	任志兵		标号 0
号码	姓名	日期	修改	图纸 05
用户数据 1 inv: IVC1-1006MAR2 + IVC1-0808ENT			用户数据 2 EINFUNC: 3MD3-A15D2 03H	

工程名: INVT_3SDrive_V5_IVC1_1.tsp
程序名: MAIN
作者: 任志兵

变量地址	变量名称	变量类型	数据类型	注释
		TEMP	BOOL	
		TEMP	BOOL	
		TEMP	BOOL	
		TEMP	BOOL	
		TEMP	BOOL	

/*调用子程序: 发送数据*/

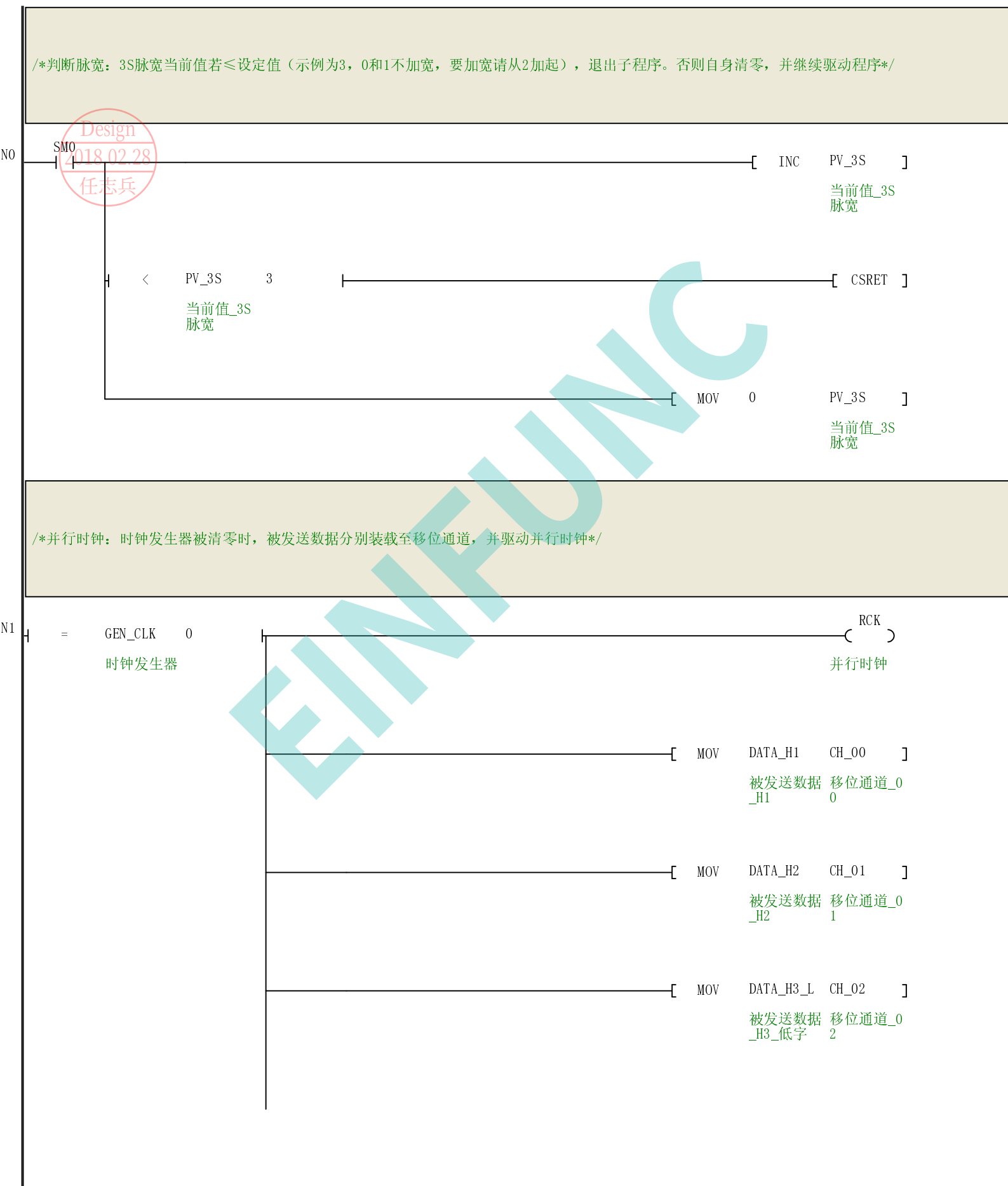
Design
2018.02.28
任志兵

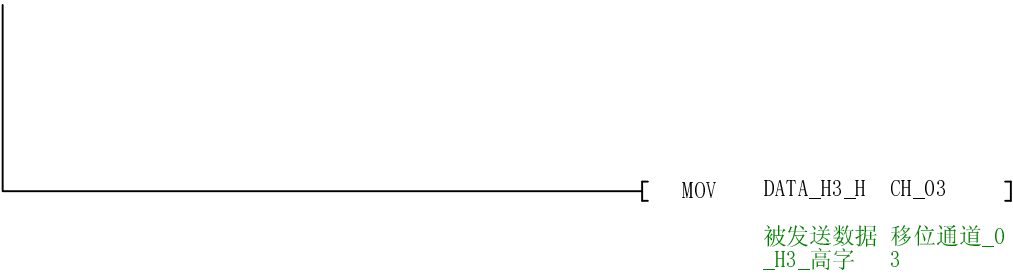
[CALL SBR_DRV3]

EINFÜHRUNG

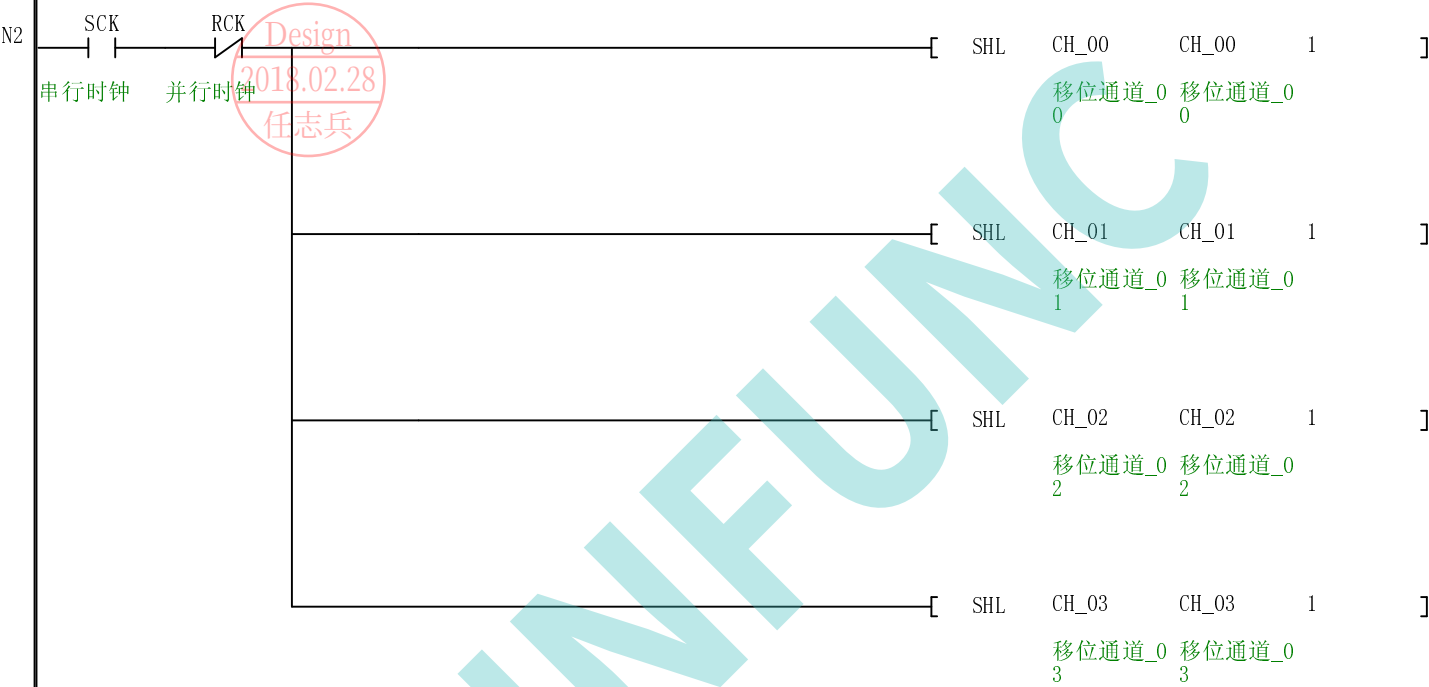
工程名: INVT_3SDrive_V5_IVC1_1.tsp
程序名: SBR_DRV3
作者: 任志兵

变量地址	变量名称	变量类型	数据类型	注释
		IN	INT	
		IN_OUT	INT	
		OUT	BOOL	
		TEMP	WORD	

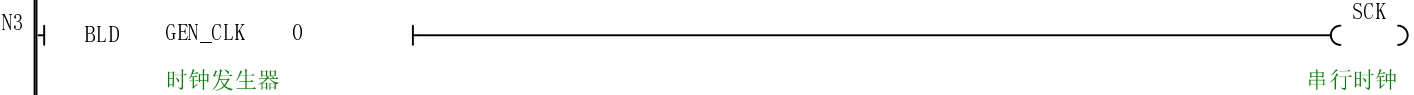




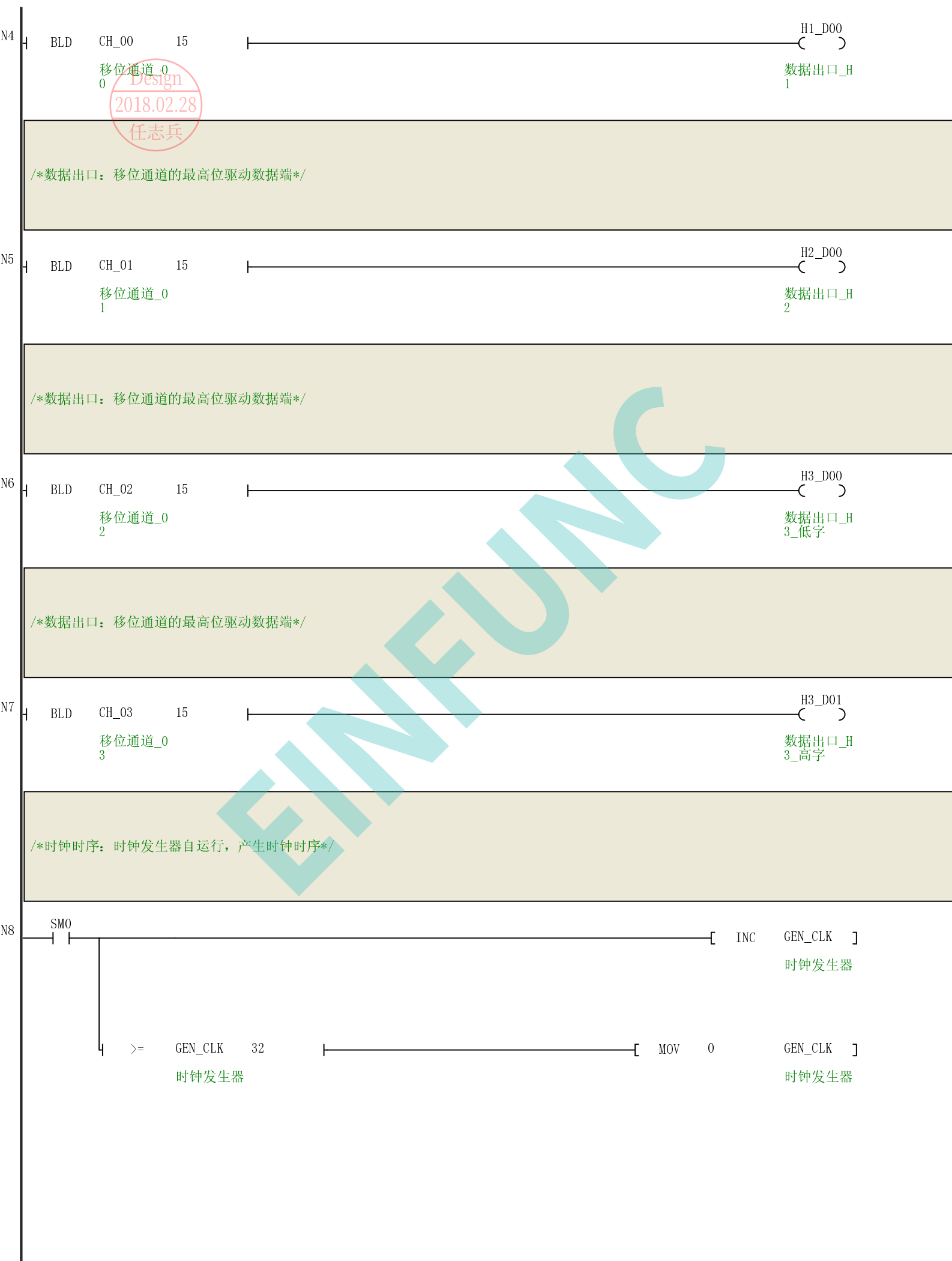
/*数据移位：在串行时钟的驱动下，各移位通道上的数据各自左移*/



/*串行时钟：时钟发生器最低位驱动串行时钟*/



/*数据出口：移位通道的最高位驱动数据端*/



工程名: INVT_3SDrive_V5_IVC1_1.tsp
程序名: 全局变量表

	变量名	变量地址	注释
1	RCK	Y10	并行时钟
2	SCK	Y11	串行时钟
3	H1_D00	Y12	数据出口_H1
4	H2_D00	Y13	数据出口_H2
5	H3_D00	Y14	数据出口_H3_低字
6	H3_D01	Y15	数据出口_H3_高字
7	PV_3S	D0	当前值_3S脉宽
8	GEN_CLK	D1	时钟发生器
9	CH_00	D10	移位通道_00
10	CH_01	D11	移位通道_01
11	CH_02	D12	移位通道_02
12	CH_03	D13	移位通道_03
13	DATA_H1	D100	被发送数据_H1
14	DATA_H2	D101	被发送数据_H2
15	DATA_H3_L	D102	被发送数据_H3_低字
16	DATA_H3_H	D103	被发送数据_H3_高字



北京爱羽方模块科技发展中心 EINFUNC

地址：中华人民共和国 北京市 海淀区 上地十街 1 号院 辉煌国际 4 号楼 1902 室

邮编：100085

电话：+8610-62175465

移动：+86 13501156650

官网：<http://www.einfunc.com.cn>

支持：support@einfunc.com.cn

商务：business@einfunc.com.cn



爱羽方_官方网站



爱羽方_官方微信



爱羽方保留更改所拥有产品技术规格的权力，恕不预先通知

本手册版权归属北京爱羽方模块科技发展中心，未经许可不得摘录或转载

作者：任志兵 2017.07.07