

	INTRUÇÃO DE TRABALHO	Nº: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 1 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

INSTRUÇÃO DE TRABALHO

CALIBRAÇÃO ANALÓGICAS FC-3

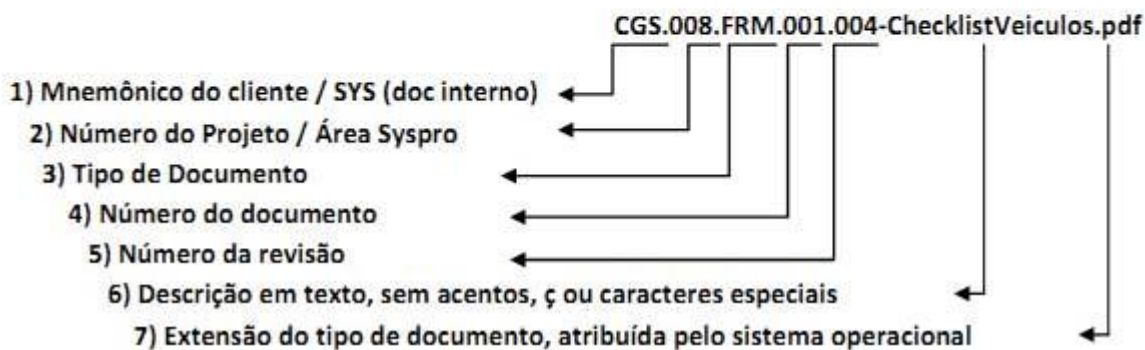
SYSPRO QUALITY S/A

CONTROLE DE VERSÕES				
Rev.	Data	Alterações	Autor	Aprovação
1	06/05/2021	Inicial	Thiago	
2	24/05/2021	Revisão de texto	Thiago	Henrique
3	13/10/2025	Correção de texto explicação do offset	Thiago	Henrique
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Sistema de nomenclatura (conforme SYS.SGQ.PDD.001):

Cliente.Projeto.Tipo.#Doc.Rev-Descritivo_em_texto.ext
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

Exemplo:



	INTRUÇÃO DE TRABALHO	NR: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 2 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

Sumário

1 OBJETIVO 3

2 INTRODUCAO 3

3 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS 3

4 COMANDOS UTILIZADOS 3

4.1 AT+MIPAI 4

4.2 AT+MIPADGAIN..... 4

4.3 AT+MIPADOFFSET 5

5 PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO 7

	INTRUÇÃO DE TRABALHO	NR: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 3 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

1 OBJETIVO

Estabelecer o procedimento padrão para calibração das entradas analógicas do equipamento Flexcomm-3, garantindo a precisão e rastreabilidade das medições realizadas pelo sistema.

2 INTRODUCAO

O Flexcomm-3 sai de fábrica com valores padrão de ganho (gain) e offset, definidos durante o processo de produção. Esses parâmetros são ajustáveis, pois podem variar entre unidades, dependendo das leituras obtidas na jiga de testes durante a calibração inicial.

Nesta instrução, o procedimento é demonstrado para a entrada analógica AN-1. As demais entradas (AN-2 a AN-4) devem seguir o mesmo método. A AN-5 é fixa para leitura de tensão (0–10 VDC), enquanto as entradas AN-1 a AN-4 são destinadas à leitura de corrente (4–20 mA).

3 EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Para realização do procedimento são necessários:

- 1) Flexcomm-3;
- 2) Cabo serial DB9.
- 3) Injetor de corrente 4-20Ma;
- 4) Fonte alimentação 12 Vdc;
- 5) Software terminal.

4 COMANDOS UTILIZADOS

Durante o processo de calibração, serão utilizados os seguintes comandos:

Comando	Função
AT+MIPAI?	Consulta os valores lidos pelas entradas analógicas do Flexcomm-3
AT+MIPADGAIN? / =	Lê e grava o ganho aplicado aos canais analógicos
AT+MIPADOFFSET? / =	Lê e grava o offset aplicado aos canais analógicos

	INTRUÇÃO DE TRABALHO	Nº: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 4 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

4.1 AT+MIPAI

Lê o estado dos ADs da Flexcomm.

Comando:

AT+MIPAI?

+MIPAI: [AD_FONTE],[AD1],[AD2],[AD3],[AD4]

+MIPAI: [AD_FONTE],[AD1],[AD2],[AD3],[AD4],[AD5],[ADAUX],[ADTEMP] (Hardware R2)

OK

Parâmetros:

- AD_FONTE: sensor de tensão da fonte.
- AD1-4(AD1-5 para hardware R2): canais de AD externos
- ADAUX(Hardware R2): canal auxiliar para uso futuro
- ADTEMP(Hardware R2): sensor interno de temperatura

Exemplos:

AT+MIPAI?

+MIPAI: 3000,800,1200,1350,1300

OK

4.2 AT+MIPADGAIN

Configura e lê os ganhos a serem aplicados às leituras dos ADs.

Leitura:

AT+MIPADGAIN?[numero_tab],[numero_AD]

+MIPADGAIN: [numero_tab],[numero_AD],[Ganho]

OK

Parâmetros (gravados na Flash do MCU):

- numero_tab: número da tabela de ganho
 - 0: tabela de ajuste para leitura de corrente
 - 1: tabela de ajuste para leitura de voltagem

	INTRUÇÃO DE TRABALHO	Nº: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 5 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

- numero_AD: número do AD, cujo ganho deve ser lido (0-7)*
- Ganho: ganho a ser aplicado ao AD quando configurado para esta função

Exemplo:

AT+MIPADGAIN?0,1

+MIPADGAIN: 0,1,1000

OK

Escrita:

AT+MIPADGAIN=[numero_tab],[numero_AD],[Ganho]

OK

Parâmetros (gravados na Flash do MCU):

- numero_tab: número da tabela de ganho
 - 0: tabela de ajuste para leitura de corrente
 - 1: tabela de ajuste para leitura de voltagem
- numero_AD: número do AD, cujo ganho deve ser configurado (0-7)*
- G(0-7): ganho a ser aplicado ao AD quando configurado para esta função

Exemplo:

AT+MIPAGAIN=1,2,345

OK

**O AD 7 é usado no Hardware R2 como AD de temperatura e ignora essa configuração.*

4.3 AT+MIPADOFFSET

Configura e lê os offsets a serem adicionados às leituras dos ADs. *

Leitura:

AT+MIPADOFFSET?

+MIPADOFFSET: [00],[01],[02],[03],[04],[05],[06],[07]

OK

	INTRUÇÃO DE TRABALHO	Nº: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 6 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

Parâmetros (gravados na Flash do MCU):

- O(0-7): offset a ser adicionado ao AD correspondente (-2000 até +2000)

Exemplo:

AT+MIPADOFFSET?

+MIPADOFFSET: 0,0,0,0,-5,0,0,0

OK

Escrita:

AT+MIPADOFFSET=[00],[01],[02],[03],[04],[05],[06],[07]

OK

Parâmetros (gravados na Flash do MCU):

- O(0-7): offset a ser adicionado ao AD correspondente (-2000 até +2000)

Exemplo:

AT+MIPADOFFSET=21,0,0,15,10,0,0,0

OK

**No Hardware R2 esse valor de offset não é modificado pela calibração e deve permanecer zerado.*

	INTRUÇÃO DE TRABALHO	NR: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 7 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

5 PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO

Consultar o ganho aplicado a analógica que deseja calibrar conforme abaixo:

Para a analógica 1 (AN-1) Corrente temos o comando:

Pergunta: AT+MIPADGAIN?0,1 (0 – TABELA CORRENTE, 1 – ANALOGICA 1)

Resposta: +MIPADGAIN: 0,1,5815 (Ganho Aplicado de 5815)

O método utilizado para ajuste dos pontos de calibração é o de regressão linear pode ser obtido pelo excel ou pelo site <https://www.graphpad.com/quickcalcs/linear1/> neste procedimento utilizaremos o site.

Ao acessar o site irá apresentar a tabela abaixo. Onde os valores a serem inseridos em X são os pontos encontrados pela Flexcomm-3 e os valores a serem inseridos em Y são os desejados.

Exemplo: A Flexcomm-3 leu um valor 3914 (preenchido em X) que corresponde a 4000mA (preenchido em Y).

1. Enter data

Label:

	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

	X	Y
1	3913	4000
2	7966	8000
3	11978	12000
4	15991	16000
5	19986	20000
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Após preencher os pontos que achar necessário clicar em Calculate now.

	INTRUÇÃO DE TRABALHO	Nº: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 8 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

1. Enter data

Caution: Table field accepts numbers up to 10 digits in length; numbers exceeding this length will be truncated. Up to 1000 rows of data may be pasted into the table column.

2. View the results

Calculate now

Label:

X

Y

	X	Y
1	3913	4000
2	7966	8000
3	11978	12000
4	15991	16000
5	19986	20000
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

O site irá calcular a reta e a inclinação e o resultado será exibido no final da página conforme abaixo.

Data

Number of XY pairs

5

Equation

$Y = 0,9957 * X + 84,22$

$$Y = 0.9957 * \text{GanhoDaAnalogica} + \text{OFFSET}$$

Após encontrar o ganho e o offset para os pontos coletados, multiplicar o valor encontrado no Ganho calculado pelo valor configurado na Flexcomm 3X. Para a AN1 que estamos calibrando temos:

Valor Lido: +MIPADGAIN:0,1,5815.

Novo Valor: AT+MIPADGAIN=0,1,5790

Através do comando AT+MIPADOFFSET configurar o offset correspondente conforme abaixo:

Pergunta: AT+MIPADOFFSET?

Resposta: +MIPADOFFSET: 0,0,0,0,0,0,0

Novo parâmetro: AT+MIPADOFFSET: 0,84,0,0,0,0,0

Note que o Offset estava zerado (0) por isso o valor inserido é de 84, caso existisse algum valor previamente cadastrado neste campo realizasse a subtração ou adição do valor encontrado na equação.

	INTRUÇÃO DE TRABALHO	Nº: SYS.OPE.IT.002	REV. 003
	PROJETO: SYS.SGQ – Padronização de Documentos – ISO	FOLHA: 9 de 9	
	TÍTULO: Instrução de calibração Flexcomm-3	DATA: 13/10/2025	

Ao Finalizar perguntar novamente com o comando AT+MIPAI o valor de corrente lido na analógica e verificar se coerente com o valor desejado, neste teste temos:

Valor de corrente Injetado:16000mA

Valor de corrente Lido (AT+MIPAI?): +MIPAI: 12493,16006,0,0,0,0,57,30