Caixa Preta no Modo Operação

Versão 1.0, 14/02/2020

Opções de Operação

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Nr | Nome | O que faz |
| 1 | Vazio |  |
| 2 | Vazio |  |
| 3 | Vazio |  |
| 4 | Vazio |  |
| 5 | Ensaio | Ensaio |
| 6 | Caixa Preta Alfa | Operação normal da Caixa Preta |
| 7 | Calibra Fab | Calibração de Fábrica |
|  |  |  |

// OPERA - Mensagens do modo de Operação

char \*opera\_msg[]={ "0-Vai para Teste", //0

"1-Adquirir Dados", //1

"2-Vazio", //2

"3-vazio", //3

"4-Vazio", //4

"5-Calibra Fab", //5

"6-Calibra Mag", //6

"7-Vazio",; //7

"8-Vazio",; //8

"9-Vazio"}; //9

A função **byte sel\_modo( )** permite fazer a seleção entre as opções

**Opera 1 – Coleta de dados**.

**Opera 2 –** Vazio.

**Opera 3 –** Vazio.

**Opera 4 –** Vazio.

**Opera 5 – Calibração de Fábrica (CF)**

**Opera 6 – Calibração Magnetômetro**

**Opera 7 –** Vazio.

**Opera 8 –** Vazio.

**Opera 9 –** Vazio.

**Opera 1 – Geração e Coleta de Dados**

Modo de operação para facilitar a geração e coleta de dados.

Ao entrar neste modo e já começa a armazenar, ciclicamente, dados do MPU e do GPS. Isso é bom porque vai preenchendo memória do GPS. Um ciclo na memória dedicada ao MPU dura 127 seg.

‘S’ ou SEL 🡪 (re)inicia aquisição = BATEU

‘I’ ou INF 🡪 abrevia aquisição

‘X’ ou SEQ1 🡪 sai do modo opera

Durante aquisição, exibe contador de tempo restante. Ao completar o ciclo, interrompe a aquisição e começa a enviar os dados pela porta serial. Ao terminar o envio, volta a esperar a tecla SEL para uma nova gravação. A tecla SEL pode interromper a aquisição.

MPU: 228.960 bytes 🡪 127 seg (228.960/18=12.720, taxa de 100 sps = 127,2 seg).

GPS: 32.768 bytes 🡪 256 seg.

**dxxx$.txt – Arquivo principal**

Este arquivo deve conter todos os dados da CXP que possam ser úteis para a análise. Em suma, aqui está tudo que se pode extrair da CXP. É um arquivo texto, sendo que o final de cada linha é indicado com caracteres **Carriage Return** (0xD) e **Line Feed** (0xA). Quando uma linha tem vários dados, eles são separados por 1 ou mais espaços. Tolera-se linhas em branco para fazer a separação de campos importantes. São 4 os marcadores de campo usados para delimitar esses dados.

**#[m** ... **m]#** 🡪 início e fim do campo de dados do MPU

**#[g** ... **g]#** 🡪 início e fim do campo de dados do GPS

**#[l** ... **l]#** 🡪 início e fim do campo de dados com os resultados da Calibração ao Ligar

**#[f** ... **f]#** 🡪 início e fim do campo de dados com os resultados da Calibração de Fábrica

**Observações:**

a) Deve ficar claro que o delimitador **#[m** caracteriza o início do campo útil do arquivo. Isto significa que tudo que estiver antes deste delimitador deve ser ignorado pelo programa de pós-processamento.

b) Deve ficar claro que o delimitador **f]#** caracteriza o fim do campo útil do arquivo. Isto significa que tudo que estiver após este delimitador deve ser ignorado pelo programa de pós processamento.

c) Tudo o que estiver entre o delimitador final de um campo e o delimitador de início do campo seguinte deve ser ignorado pelo programa de pós-processamento. Por exemplo, tudo que estiver entre o **m]#** e **#[g** deve ser ignorado pelo de programa de pós processamento.

d) O programa de pós-processamento faz um “rewind” antes de buscar por cada campo, assim esses campos podem estar em qualquer ordem.

Esboço de um arquivo principal (dxxx**$**.txt)

#[m 🡪 indica que começa a enviar MPU

Data 🡪 data do acionamento de SEL (vem do GPS)

Hora 🡪 Hora do acionamento de SEL (vem do GPS)

Temp 🡪 Temperatura no instante do acidente

Adr\_mpu 🡪 posição do ponteiro memória MPU quando SEL foi acionado

Adr\_gps 🡪 posição do ponteiro memória GPS quando SEL foi acionado

Qtd 🡪 quantidade de medidas do MPU (linhas ax, ay, ..., hz)

cf\_ok st\_cf aesc\_cf gesc\_cf tp\_cf ax\_off ay\_off az\_off gx\_off gy\_off gz\_off

cfh\_ok sth\_cf hx\_asa hy\_asa hz\_asa hx\_off hy\_off hz\_off hx\_esc hy\_esc hz\_esc

st\_op sth\_op aesc\_op gesc\_op famost bw r1 r2 r3 r4 r5

cont adr ax ay az gx gy gz hx hy hz

...

cont adr ax ay az gx gy gz hx hy hz

m]#

#[g 🡪 indica que começa a enviar GPS

Data 🡪 data do acionamento de SEL (vem do GPS)

Hora 🡪 Hora do acionamento de SEL (vem do GPS)

Adr 🡪 posição do ponteiro memória GPS quando SEL foi acionado

Qtd 🡪 quantidade de medidas do GPS

cont adr [--- msg do GPS ---]

...

cont adr [--- msg do GPS ---]

g]#

#[l

Calibração ao ligar

l]#

#[f

Calibração de fábrica

f]# 🡪

Exemplo de um arquivo principal (dxxx**$**.txt).

Note que as linhas do GPS estão quebradas por falta de espaço no editor

**#[m**

290720 = data

181733 = hora

2402 = temperatura

20046 = self test acel e giro

20046 = self test mag

5040 = ponteiro MPU na hora da batida

229888 = ponteiro GPS na hora da batida

+21331 +20046 +2 +250 +2111 +544 +232 +17905 +124 +112 +62

+21331 +181 +181 +183 +171 -100 +2005 -680 +1940 +3255 +3230

+20046 +20046 +2 +250 +100 +5 +1 +2 +3 +4 +5

259 = quantidade de linhas00000 00003C30 00808 01056 13060 65368 00104 65446 65535 65535 65535

00001 00003C42 00816 01028 13216 65325 00116 65444 65535 65535 65535

00002 00003C54 00716 01032 13032 65295 00122 65445 65535 65535 65535

...

12717 00003BFA 00584 00988 13172 65193 00133 65477 65535 65535 65535

12718 00003C0C 00604 00972 13252 65194 00134 65480 65535 65535 65535

12719 00003C1E 22222 22222 22222 22222 22222 22222 65535 65535 65535

**m]#**

**#[g**

290720 = data

181733 = hora

229888 = ponteiro GPS na hora da batida

256 = quantidade de linhas

0000000000 +0000246784 A 21/05/20 12:35:24 1548.63020S 04748.65727W 1.203K 0.649 1065.9M [04 6.54 3.24 5.68] 15246...

0000000255 +0000246656 A 21/05/20 12:35:23 1548.63031S 04748.65770W 0.687K 0.371 1066.1M [06 6.54 3.24 5.68] 13464

**g]#**

**#[l**

21331

20046

…

123316.00

**l]#**

**#[f**

+21331

20/04/20

...-00006 -00018 -00004 +00180 -00543 +00188

**f]#**

Detalhamento dos dados presentes no arquivo principal (dxxx**$**.txt). Todos os dados são strings ASCII delimitados por espaços em branco ou fim de linha (0xD 0xA).

|  |  |
| --- | --- |
| **Linha** | **Descrição** |
|  | **------- dados do MPU ------** |
| **#[m** | Delimitador de início do campo de dados do MPU. |
| ddmmyy | Data da batida (do acionamento da tecla SEL) (string). |
| hhmmss | Hora da batida (do acionamento da tecla SEL) (string). |
| temp | Leitura do registrador de temperatura na hora do acidente. |
| st\_op | Resultado do Self Test ao ligar (acelerômetro e giroscópio) |
| sth\_op | Resultado do Self Test ao ligar (magnetômetro) |
| adr\_mpu | Ponteiro de gravação dos dados do MPU na hora da batida. |
| adr\_gps | Ponteiro de gravação dos dados do GPS na hora da batida. |
| cf\_ok | 1.Calibração de Fábrica foi realizada? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’)  2.Passou no Self Teste da Calibração de Fábrica? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’)  3.Escala do Acelerômetro na Calibração de fábrica (1, 2, 4, 8 g)  4.Escala do Giroscópio na Calibração de Fábrica (250, 500, ..., 2000 graus/seg)  5.Leitura do registrador de temperatura durante a Calibração de Fábrica  6.Offset de ax (Calibração de Fábrica)  7.Offset de ay (Calibração de Fábrica)  8.Offset de az (Calibração de Fábrica)  9.Offset de gx (Calibração de Fábrica)  10.Offset de gy (Calibração de Fábrica)  11.Offset de gz (Calibração de Fábrica) |
| st\_cf |
| aesc\_cf |
| gesc\_cf |
| tp\_cf |
| ax\_off |
| ay\_off |
| az\_off |
| gx\_off |
| gy\_off |
| gz\_off |
| cfh\_ok | 1.Feita Calibração de Fábrica do Magnet? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’)  2.Passou Self Teste do Magnetômetro na CF? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’)  3.Ajuste do eixo hx  4.Ajuste do eixo hy  5.Ajuste do eixo hz  6.Offset de hx (Calibração de Fábrica)  7.Offset de hy (Calibração de Fábrica)  8.Offset de hz (Calibração de Fábrica)  9.Ajuste de escala de hx (Calibração de Fábrica)  10.Ajuste de escala de hy (Calibração de Fábrica)  11.Ajuste de escala de hz (Calibração de Fábrica) |
| sth\_cf |
| hx\_ASA |
| hy\_ASA |
| hz\_ASA |
| hx\_off |
| hy\_off |
| hz\_off |
| hx\_esc |
| hy\_esc |
| hz\_esc |
| st\_op | 1. Passou Self Teste da Operação? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’)  2. Magnet passou Self Teste da Operação? (sim = 21.331= ‘SS’ e Não = 20.046 = ‘NN’)  3.Escala do Acelerômetro na Operação (1, 2, 4, 8 g)  4.Escala do Giroscópio na Operação (250, 500, ..., 2000 graus/seg)  5. Frequência de amostragem em Hz  6. BW usada na operação  7. Reserva  8. Reserva  9. Reserva  10. Reserva  11. Reserva |
| sth\_op |
| aesc\_op |
| gesc\_op |
| famost |
| bw |
| r1 |
| r2 |
| r3 |
| r4 |
| r5 |
| qtd | Quantidade de linhas com as informações do MPU (ax, ay, ..., hz). |
| cont adr  ax ay ax  gx gy gz  hx hy hz | Linha com uma leitura do MPU. Todos esses dados estão em uma mesma linha, separados por espaços em branco.  cont é um contador sequencial.  adr é o endereço em decimal da posição onde este dado do MPU estava na SRAM. |
| **m]#** | Delimitador de fim do campo de dados do MPU |
|  | **------- dados do GPS ------** |
| **#[g** | Delimitador de início do campo de dados do GPS.  Observação: Cada linha do GPS é composta por várias strings separadas por espaço em branco. Nesta tabela elas foram separados para facilitar a explicação. |
| ddmmyy | Data da batida (do acionamento da tecla SEL) (string). |
| hhmmss | Hora da batida (do acionamento da tecla SEL) (string). |
| adr\_gps | Ponteiro de gravação dos dados do GPS na hora da batida. |
| qtd | Quantidade de linhas com as informações do GPS. |
| cont | Contador sequencial. |
| adr | Endereço em decimal da posição onde este dado do GPS estava na SRAM. |
| A/V | Uma letra para indicar se dado é válido (A) ou não válido (V). |
| ddmmyy | Data da leitura do GPS. |
| hhmmss | Hora da leitura do GPS. |
| ddmm.ffffff | Latitude em graus (degrees), minutos e frações de minuto |
| N/S | Indicação do hemisfério |
| dddmm.fffff | Longitude em graus (degrees), minutos e frações de minuto |
| E/W | Indicação do Este ou Oeste |
| x.xxx | Velocidade |
| K | Unidade da velocidade (K=km/h) |
| x.xxx | Velocidade em nós |
| x.xx | ??? curso |
| x.xx | Altitude |
| M | Unidade da altitude (M=metros) |
| xx | Quantidade de satélites |
| PDOP | Qualidade da medida |
| HDOP | Espalhamento horizontal |
| VDOP | Espalhamento vertical |
| adr\_mpu | Endereço em decimal do ponteiro que grava os dados do MPU |
| **g]#** | Delimitador de fim do campo de dados do GPS |
|  | **------- dados da Calibração ao Ligar ------**  **void sram\_op\_dados(void)**  **void flash\_op\_dados(void)** |
| **#[l** | Delimitador de início do campo da Calibração ao Ligar |
| OP\_OK | Fez calibração ao ligar? OK / NOK |
| OP\_BATEU | (NN) 🡪 pronta, (SS) 🡪 acidentada |
| OP\_ST\_OK | Self-Test: (SS) 🡪 OK, (NN) 🡪 NOK |
| OP\_STH\_OK | Self-Test Mag: (SS) 🡪 OK, (NN) 🡪 NOK |
| OP\_CF\_OK | Calib de Fabr: (SS) 🡪 OK, (NN) 🡪 NOK |
| OP\_CFH\_OK | Mag fez Calib de Fabr: OK, NOK |
|  | **Acel e Giro - Calibra ao ligar** |
| OPC\_FREQ\_AG | Freq de amostragem (100,..., 1000 Hz) |
| OPC\_BW\_AG | Banda do filtro (5,10, ..., 260 Hz) |
| OPC\_ESC\_AC | Escala acelerômetro (1, 2, 4, 8 g) |
| OPC\_ESC\_GI | Escala giroscópio (250, ..., 2000) |
| OPC\_QTD\_AG | Qtd de medidas para a média |
| OPC\_AX | Médias: AX AY AZ TP GX GY GZ |
| OPC\_AY |
| OPC\_AZ |
| OPC\_TP |
| OPC\_GX |
| OPC\_GY |
| OPC\_GZ |
|  | **Acel, Giro e Mag - Operação** |
| OP\_FREQ\_AG | Freq de amostragem (100,..., 1000 Hz) |
| OP\_BW\_AG | Banda do filtro (5,10, ..., 260 Hz) |
| OP\_ESC\_AC | Escala acelerômetro (1, 2, 4, 8 g) |
| OP\_ESC\_GI | Escala giroscópio (250, ..., 2000) |
| OP\_ESC\_MG | Escala Magnetômetro (Não é usado) |
| OP\_LIM\_AX | Limiar de Disparo: AX AY AZ TP GX GY GZ (valor absoluto) |
| OP\_LIM\_AY |
| OP\_LIM\_AZ |
| OP\_LIM\_GX |
| OP\_LIM\_GY |
| OP\_LIM\_GZ |
|  | **Quem Disparou ?** |
| OP\_MPU\_ADR | Endereço MPU na SRAM do disparo |
| OP\_GPS\_ADR | Endereço GPS na SRAM do disparo |
| OP\_DISP\_TP | Temperatura no instante do disparo |
| OP\_DISP\_AX | Quem disparou: AX AY AZ GX GY GZ (SS = sim, NN = não) |
| OP\_DISP\_AY |
| OP\_DISP\_AZ |
| OP\_DISP\_GX |
| OP\_DISP\_GY |
| OP\_DISP\_GZ |
| OP\_BRK | Aquisição interrompida (SS,NN) |
| OP\_ULT\_ADR | Último endereço gravado pelo MPU |
| OP\_AC\_DATA | Data do acidente: ddmmyy0 |
| OP\_AC\_HORA | Hora do acidente: hhmmss.sss0 |
| **l]#** |  |
|  | **------- dados da Calibração de Fábrica ------**  **byte eeprom\_cf\_dados(void)** |
| **#[f** | Delimitador de início do campo da Calibração de Fábrica |
| CF\_OK | SS = já fez calibração, do contrário não ? (21331 = SIM e 20046 = NÃO) |
| CF\_DATA | Data da configuração (string) |
| CF\_LOCAL | Local da configuração (string) |
| CFG\_PADRAO | Ac. da gravidade padrão (1g) (string) |
| CFG\_LOCAL | Ac. da gravidade (m/s2) no local da configuração (string) |
| CFG\_PADRAO\_BIN | Ac. da gravidade padrão na escala de +/- 2g do MPU |
| CFG\_LOCAL\_BIN | Ac. da gravidade local na escala de +/- 2g do MPU |
| CF\_WHO | Resposta ao Who am I |
| - | **Médias e Parâmetros usados** |
| CF\_FA | Freq de amostragem usada (110, 200, ..., 1000) |
| CF\_BW | Banda passante do filtro (5, 10, 21, ..., 260 Hz) |
| CF\_ESC\_AC | Escala usada para o Acelerômetro (2, 4, 8, 16) |
| CF\_ESC\_GI | Escala usada p/ o Giroscópio (250, 500, 1000, 2000) |
| CF\_QTD | Quantidade de medidas para calcular a média |
| CF\_AX | Off Set: Médias ax ay az tp gx gy gz |
| CF\_AY |
| CF\_AZ |
| CF\_TP |
| CF\_GX |
| CF\_GY |
| CF\_GZ |
| - | **Somatórios** |
| CF\_AX\_SOMA | Somatórios para calcular as médias: ax ay az tp gx gy gz (32 bits) |
| CF\_AY\_SOMA |
| CF\_AZ\_SOMA |
| CF\_TP\_SOMA |
| CF\_GX\_SOMA |
| CF\_GY\_SOMA |
| CF\_GZ\_SOMA |
| - | **Primeira e última medidas** |
| CF\_AX\_PRI | Primeira medida: ax ay az tp gx gy gz |
| CF\_AY\_PRI |
| CF\_AZ\_ PRI |
| CF\_TP\_ PRI |
| CF\_GX\_ PRI |
| CF\_GY\_ PRI |
| CF\_GZ\_ PRI |
| CF\_AX\_ULT | Última medida: ax ay az tp gx gy gz |
| CF\_AY\_ULT |
| CF\_AZ\_ ULT |
| CF\_TP\_ ULT |
| CF\_GX\_ ULT |
| CF\_GY\_ ULT |
| CF\_GZ\_ ULT |
| - | **Self Test** |
| CF\_ST\_OK | Passou no Self-test? (TRUE=OK e FALSE=NOK) |
| CF\_ST\_OFF\_AX | Leitura com Self Test Desligado: ax ay az gx gy gz |
| CF\_ST\_OFF\_AY |
| CF\_ST\_OFF\_AZ |
| CF\_ST\_OFF\_GX |
| CF\_ST\_OFF\_GY |
| CF\_ST\_OFF\_GZ |
| CF\_ST\_ON\_AX | Leitura com Self Test Ligado: ax ay az gx gy gz |
| CF\_ST\_ON\_AY |
| CF\_ST\_ON\_AZ |
| CF\_ST\_ON\_GX |
| CF\_ST\_ON\_GY |
| CF\_ST\_ON\_GZ |
| CF\_ST\_REG\_AX | Leitura do Reg de Self Test (8 bits): ax ay az gx gy gz |
| CF\_ST\_REG\_AY |
| CF\_ST\_REG\_AZ |
| CF\_ST\_REG\_GX |
| CF\_ST\_REG\_GY |
| CF\_ST\_REG\_GZ |
| CF\_ST\_TOL\_AX | Resultado calibração, tolerância de 14%: ax ay az gx gy gz |
| CF\_ST\_ TOL \_AY |
| CF\_ST\_ TOL \_AZ |
| CF\_ST\_ TOL \_GX |
| CF\_ST\_ TOL \_GY |
| CF\_ST\_ TOL \_GZ |
| - | **Magnetômetro – Calibração** |
| CF\_MAG\_OK | SS = já fez calibração do magnetômetro |
| CF\_STH\_OK | Mag Passou no Self-test? (TRUE=OK e FALSE=NOK) |
| CF\_STH\_HX | Leitura durante Self Test: hx hy hz |
| CF\_STH\_HY |
| CF\_STH\_HZ |
| CF\_HX\_ASA | Fuse ROM adjustment sensibility (ASA) : hx hy hz  ASA de hy, Fuse ROM adjustment sensibility |
| CF\_HY\_ASA |
| CF\_HZ\_ASA |
| CF\_HX\_OFF | Offset (dividir por 10) Hard Iron: hx hy hz |
| CF\_HY\_OFF |
| CF\_HZ\_OFF |
| CF\_HX\_ESC | Escala (dividir por 10) Soft Iron: hx hy hz |
| CF\_HY\_ESC |
| CF\_HZ\_ESC |
| **f]#** | Delimitador de fim do campo da Calibração de Fábrica |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Padrão para os nomes dos Arquivos gerados

dxxx**t**.txt 🡪 Contém tudo, incluindo { #[m ... #[g ... #]f }.

dxxx**a**.txt 🡪 { ax ay az } Acelerômetro

dxxx**g**.txt 🡪 { gx gy gz } Giroscópio

dxxx**h**.txt 🡪 { hx hy hz } Magnetômetro

dxxx**n**.txt 🡪 { ... linha gps 128 bytes } GPS = navegador

dxxx**p**.txt 🡪 { Lat N/S Long E/W } Só latitude e longitude

dxxx**v**.txt 🡪 {velocidade km/h} Só a velocidade

**Opera 6 – Caixa Preta Alfa**

Primeira versão do programa Caixa Preta.

Faz todas as operações. A tecla SEL serve para indicar um acidente.

Grava tudo na Flash e depois apresenta os dados.

**Opera 5 – Calibração de Fábrica (CF)**

Faz a Calibração de Fábrica, armazenando os dados na EEPROM.

Esta calibração é feita uma única vez. Fica armazenada na EEPROM do processador. O usuário não tem acesso a ela. Ela faz as seguintes operações:

* Armazena os dados de aceleração de gravidade, padrão e do local onde foi feita a calibragem;
* Espera um longo tempo para o MPU aquecer e depois calcula a média de uma grande quantidade de medidas para determinar o erro intrínseco de cada eixo;
* Realiza o Self Test e guarda os resultados

// CONFIGURAÇÃO DE FÁBRICA

//Aceleração da Gravidade

#define G\_PADRAO 9.80665 //1g padrão

#define G\_BSB 9.7808439 //Ac. gravidade em Brasília

const char \*CF\_HOJE = "20/04/20"; //Data para Configuração de Fábrica

const char \*CF\_BSB = "Brasilia"; //Data para Configuração de Fábrica

* void **opera\_prepara** (void)

Faz toda a preparação necessária para a operação da Caixa Preta.

* Zerar a SRAM;
* Configura MPU;
* Calibra ao ligar o carro;
* void **calibra\_fab** (void)

Realiza a Calibração de Fábrica.

**Opera 6 – Calibração Magnetômetro**

Calibra o magnetômetro e envia os dados pela serial para gravação na EEPROM.