



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

CENTRO DE INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA
Núcleo de Sistemas Electrotécnicos

Proc. 1102/11/16128

CABRILAQUIS

Manual do utilizador

Metodologias para processamento, redução e gestão hierarquizada de dados resultantes da observação automática de estruturas

Lisboa • Fevereiro de 2009

I&D INSTRUMENTAÇÃO CIENTÍFICA

RELATÓRIO 211/2009 – NSE

Manual do Utilizador

CabrilAquis (versão 1.2.2)

CabrilAquis – Manual do Utilizador

RESUMO

Apresenta-se o Manual do Utilizador do programa CabrilAquis, parte integrante do sistema de monitorização do comportamento dinâmico da Barragem do Cabril. Este programa controla uma rede de dispositivos *e.Pacs (Programmable Automation Controller)* que mantém sincronizados, recuperando automaticamente de situações anómalas. Procede ainda à leitura contínua dos conteúdos dos *buffers* circulares dos equipamentos que se encontrem activos, gerando ficheiros horários para cada um deles. O acesso do utilizador ao painel de controlo do programa CabrilAquis pode ser feito no local onde se encontra o servidor ou, remotamente, a partir de qualquer computador que disponha de ligação à internet e esteja devidamente autorizado a estabelecer essa ligação.

CabrilAquis – Manuel de l'Utilisateur

CabrilAquis – User Manual

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 O que é o CabrilAquis?	1
1.2 Sistema de monitorização da Barragem do Cabril	2
1.3 Características principais do CabrilAquis	4
2. Conceitos Básicos.....	6
2.1 Sincronização da rede de dispositivos e.Pacs do SAD da Barragem do Cabril	6
2.2 Funcionamento Assíncrono	8
2.3 O serviço CabrilAquis e o seu Painel Remoto	10
3. Descrição dos componentes do Cabril Aquis.....	13
3.1 Ficheiro de inicialização (epacs.ini).....	13
3.1.1 Secção [GERAL].....	14
3.1.2 Secção de configuração de e.Gates/ e.Pacs - Secção [Exx]	14
3.2 Zona de Configuração e Manutenção.....	15
3.3 Estado/ Início do processo de aquisição	17
3.4 Alarmes.....	18
3.5 Ficheiros log	19
4. A operação do CabrilAquis	20
4.1 Início e paragem do serviço CabrilAquis	20
4.2 Acesso ao programa CabrilAquis através de painel remoto.....	20
4.3 Ver estado do processo de aquisição	23
4.4 Parar ou iniciar a aquisição de forma manual.....	24
4.5 Alterar a configuração do Programa CabrilAquis	24
5. Os outputs do CabrilAquis	26
6. Diagnóstico de anomalias.....	28
7. Requisitos mínimos	29

8. Conclusões.....	30
9. Referências bibliográficas	31

Lista de Figuras

Fig. 1	Vista geral (de jusante) da Barragem do Cabril	2
Fig. 2	Esquema geral da rede de aquisição de dados.....	3
Fig. 3	Exemplo da montagem de um <i>e.Pac</i>	3
Fig. 4	Modelo de Sincronização Simplificado.....	6
Fig. 5	Sincronização de <i>e.Pacs</i> no sistema de monitorização da barragem do Cabril	8
Fig. 6	Funcionamento em modo assíncrono do SAD do Cabril	9
Fig. 7	Aspecto do Painel Remoto CabrilAquis.....	11
Fig. 8	Exemplo de ficheiro de configuração de um <i>e.Pac</i>	13
Fig. 9	Zona de Configuração e Manutenção	15
Fig. 10	Estado/ Início do processo de aquisição	17
Fig. 11	Tab Alarmes do programa CabrilAquis	18
Fig. 12	Ficheiro log de um <i>e.Pac master</i> com sequência normal de operações	19
Fig. 13	Ficheiro log de um <i>e.Pac slave</i> com sequência normal de operações.....	19
Fig. 14	Início e paragem manual do serviço CabrilAquis	20
Fig. 15	Exemplo de Endereço (fictício) de Acesso ao Painel Remoto CabrilAquis ..	21
Fig. 16	Exemplo de visualização do Painel Remoto do CabrilAquis	21
Fig. 17	Caixa de Controlo do Painel Remoto	22
Fig. 18	Pedir controlo do VI no painel remoto	22
Fig. 19	Controlo de um VI.....	22
Fig. 20	Libertar o controlo de um VI.....	23

1. Introdução

As grandes barragens representam para as comunidades onde estão inseridas uma grande importância económica e social. Constituem, também, um factor de risco significativo no caso da eventual ocorrência de um colapso facto que, por si só, justifica a necessidade de monitorização do estado dessas estruturas e das solicitações a que são submetidas.

De uma forma geral, para caracterizar o comportamento dinâmico das barragens de betão, têm sido utilizados testes de vibração forçada, ou testes de vibração ambiente. O crescimento da aversão ao risco das sociedades modernas – que se tem traduzido por uma maior exigência dos requisitos de segurança das grandes barragens – conjugado com a evolução recente dos equipamentos de aquisição de dados e de medida de vibrações, está na base do desenvolvimento de novos sistemas capazes de avaliar, em tempo real, a resposta dinâmica deste tipo de estruturas. [1]

O sistema de monitorização de vibrações da Barragem do Cabril, de que o programa CabrilAquis faz parte integrante, visa alcançar a caracterização, em tempo real, do comportamento dinâmico da Barragem do Cabril quando sujeita a três tipos de solicitações de intensidades diferentes: ambientais (tráfego local, condições meteorológicas, trabalhos na zona circundante, etc.); operacionais (funcionamento de geradores hidroeléctricos e de órgãos de descarga) e; acções sísmicas. [1]

1.1 O que é o CabrilAquis?

A função principal do programa CabrilAquis consiste em exercer uma função de controlo de uma rede de dispositivos *e.Pacs* (*Programmable Automation Controller*) de forma a promover o seu funcionamento sincronizado – recuperando de situações anómalas – e proceder à leitura contínua dos conteúdos¹ dos *buffers* circulares desses equipamentos, resultando daí a geração de ficheiros horários identificados pelo nome do dispositivo lido.

¹ dados guardados na memória do dispositivo, resultantes da medição de vários canais e correspondente canal de horodatação

Este programa, faz parte integrante do sistema de monitorização do comportamento dinâmico da Barragem do Cabril.

1.2 Sistema de monitorização da Barragem do Cabril

A Barragem do Cabril (rio Zêzere), está localizada no Distrito de Castelo Branco, Concelho da Sertã, Freguesia de Pedrógão Pequeno (Latitude: 39°55'43''N, Longitude: 8°7'37''W) [2].



Fig. 1 Vista geral (de jusante) da Barragem do Cabril

O sistema de monitorização do comportamento dinâmico da barragem, é composto por quatro *e.Pacs*, instalados nas duas galerias superiores (dois posicionados na galeria situada à cota 293 e os outros dois na galeria à cota 274), que registam os dados provenientes da digitalização dos sinais medidos (através de *e.bloxx's* – módulos de medição analógica) pelos diversos acelerómetros uni-axiais (16) e tri-axiais (3), LVDT's (2) e extensómetro (1). Estes *e.Pacs* comunicam com o servidor onde está instalado o CabrilAquis através de uma rede tcp/ip com topologia física em anel utilizando fibra óptica. Na Fig. 2 , pode-se observar o esquema geral da rede:

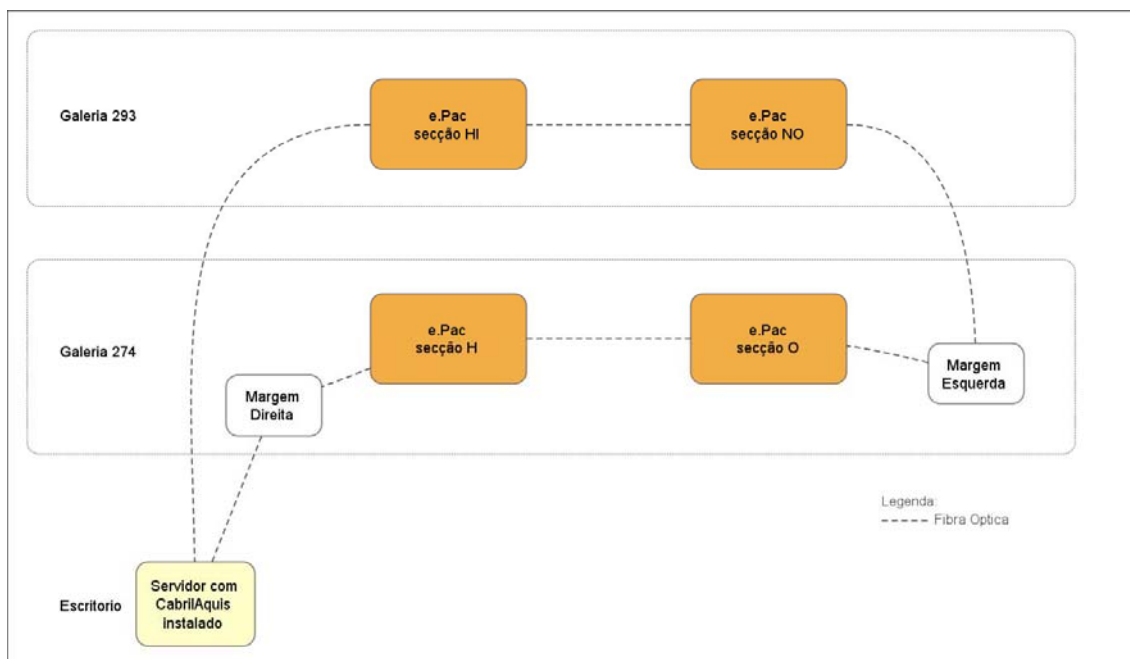


Fig. 2 Esquema geral da rede de aquisição de dados

As caixas da margem esquerda e direita, no caso da rede de dados, não contêm nenhum dispositivo activo que interaja directamente com a rede de fibra óptica.

A convenção utilizada para designar o lado da margem (esquerda ou direita) é a que está consagrada e resulta de observar o rio de montante para jusante. No entanto, para manter a coerência com os desenhos já existentes, os desenhos e figuras apresentados neste manual devem ser lidos como se se estivesse a observar a instalação de uma posição situada a jusante da barragem (ver Fig. 1).

Na figura abaixo, pode observar-se um exemplo de uma montagem de uma secção.



Fig. 3 Exemplo da montagem de um e.Pac

1.3 Características principais do CabrilAquis

O que pode fazer-se com o programa CabrilAquis e quais as suas características principais? Segue-se uma lista resumida das facilidades disponíveis e das características principais:

Controlo do sincronismo da rede de *e.Pacs*

O programa CabrilAquis garante o funcionamento sincronizado da rede de dispositivos *e.Pacs* associados, promovendo acções automáticas de recuperação de situações anómalas que eventualmente ocorram e que ponham fora de serviço um ou mais *e.Pacs*.

Sincronização da hora do sistema de aquisição com a hora legal

De forma a garantir eventuais desvios de relógio, o CabrilAquis sincroniza a hora do *e.Pac* de referência (*master*) com a hora UTC configurada no Servidor² onde o programa se encontra instalado.

Funcionamento como Serviço do Windows³

O programa CabrilAquis foi configurado para funcionar como um Serviço do Windows o que lhe permite arrancar de forma automática (logo que o sistema operativo é iniciado) e manter-se a funcionar permanentemente, em *background*, desde que o sistema operativo esteja a correr. A opção por este modo de funcionamento, entre outras vantagens, permite a definição de políticas de recuperação automática do serviço no sistema operativo, em caso de falha do mesmo.

Acesso Local ou Remoto

É possível aceder ao serviço CabrilAquis de forma local (no próprio servidor) ou remotamente (em computador com ligação através do protocolo *http* (*Hypertext Transfer Protocol*)), utilizando o seu painel remoto.

² É essencial que o servidor onde está instalado o CabrilAquis, tenha configurada a hora e data o mais próximas possíveis da hora legal. Para tal foi instalado um programa de sincronização de hora, que através da internet realiza esta operação.

³ Serviço do Windows: denominação de um tipo de programa que se caracteriza por ter um tempo de execução longo, durante o qual executa funções específicas sem necessidade de intervenção de um operador

Ficheiro de inicialização

O programa CabrilAquis tem um ficheiro de inicialização (epacs.ini) onde estão guardadas as respectivas configurações, tornando possível a sua execução com definições pré-estabelecidas.

Leitura contínua dos *buffers* circulares dos *e.Pacs*

O programa procede à leitura contínua do conteúdo dos *buffers* circulares dos *e.Pacs*, e salva esses dados em ficheiros horários cuja denominação contém, entre outros elementos de identificação, a data, a hora e o nome do dispositivo lido.

Geração de ficheiros *log* e de configuração dos *e.Pacs*

Para cada *e.Pac* é gerado um ficheiro contendo toda a sequência de operações do mesmo. Do mesmo modo, também são guardadas em ficheiro as sucessivas configurações, ao longo do tempo, de cada *e.Pac*. Estes ficheiros permitem fazer o diagnóstico de anomalias de uma forma detalhada.

2. Conceitos Básicos

Neste capítulo são descritos alguns conceitos fundamentais, necessários à compreensão do funcionamento do programa CabrilAquis.

2.1 Sincronização da rede de dispositivos e.Pacs do SAD da Barragem do Cabril

De forma a garantir uma correcta sincronização do sistema de aquisição de dados (SAD) da Barragem do Cabril, que permita o relacionamento no tempo dos diversos sinais medidos, foi utilizado neste sistema multi-*e.Pac* o método de sincronização *Master – Slave* (em que um *e.Pac master* gera o sinal de relógio e os outros “*e.Pacs slaves*” subordinam o seu ritmo de relógio interno ao sinal de relógio difundido pelo *e.Pac master*). Na figura abaixo pode ver-se um esquema do modelo de sincronização utilizado no sistema.

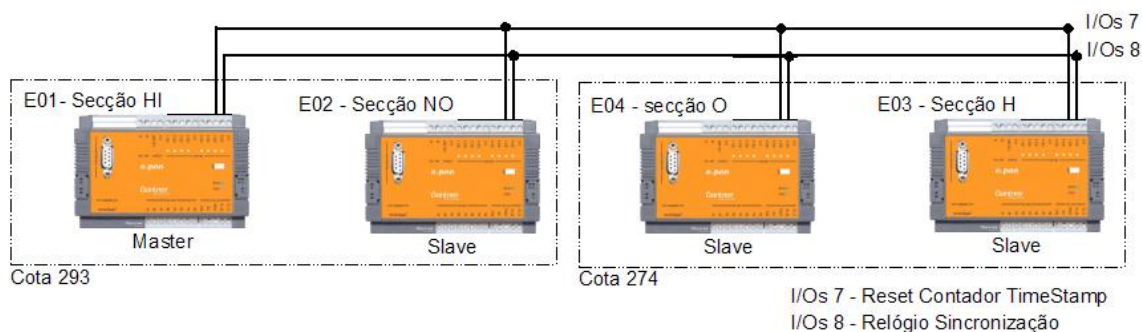


Fig. 4 Modelo de Sincronização Simplificado

No I/O (input/output) 8 do *e.Pac Master* é gerado o sinal de relógio de sincronização; no I/O 8 dos restantes *e.Pacs Slaves* é recebido esse mesmo sinal. No I/O 7 do *e.Pac Master* é gerado o sinal de *reset* do contador de *TimeStamp*⁴, sinal que é recebido no I/O 7 dos restantes *e.Pacs Slaves*. O contador *TimeStamp* permite identificar para cada instante de leitura qual o número de segundos decorridos desde o instante de contagem inicial (*StartEvent*). [3]

⁴ Sequência de caracteres, que indica a data e / ou o tempo em que um determinado evento ocorreu. Neste caso específico, o contador de *TimeStamp* é composto por números incrementais que indicam o número de segundos decorridos desde as 0 horas UTC (tempo universal coordenado) do dia 30 de Dezembro de 1899.

Cada vez que ocorre no *e.Pac Master* um novo *StartEvent*, este gera no terminal I/O 7 o sinal de *reset* do contador de *TimeStamp*, garantindo assim, que também nos *e.Pacs Slaves* o contador *TimeStamp* é reiniciado. Note-se, no entanto, que nos *e.Pacs Slaves* o *StartEvent* não é alterado.

Nota



Os *TimeStamps* nos *e.Pacs Slave* são sempre definidos em relação ao *StartEvent* do *e.Pac Master*. Assim, para conhecer o instante de tempo real em que foi realizada uma dada leitura, torna-se sempre necessário saber qual o *StartEvent* do *e.Pac Master* respectivo.

A ligação directa entre os *e.Pacs* para estabelecer o sincronismo na rede (cf. Fig. 4) – envolvendo a conexão por cobre dos terminais de *I/O* de diferentes *e.Pacs* e, ainda, a criação de um ponto de massa comum [3] – traduzir-se-ia na perda do isolamento galvânico⁵ entre os *e.Pacs* o que, dada a distância significativa a que estes dispositivos se encontram uns dos outros, seria de todo inconveniente para a qualidade dos sinais adquiridos e, até, para a integridade dos equipamentos utilizados. Assim, para assegurar o desejado isolamento galvânico, optou-se por enviar os sinais de sincronismo através de fibra óptica dedicada. Na figura 5 pode observar-se um esquema simplificado das ligações de sincronismo entre os *e.Pacs* que compõem o sistema.

⁵ deixando de existir a garantia de que nenhum fluxo de corrente eléctrica circula entre secções diferentes do sistema

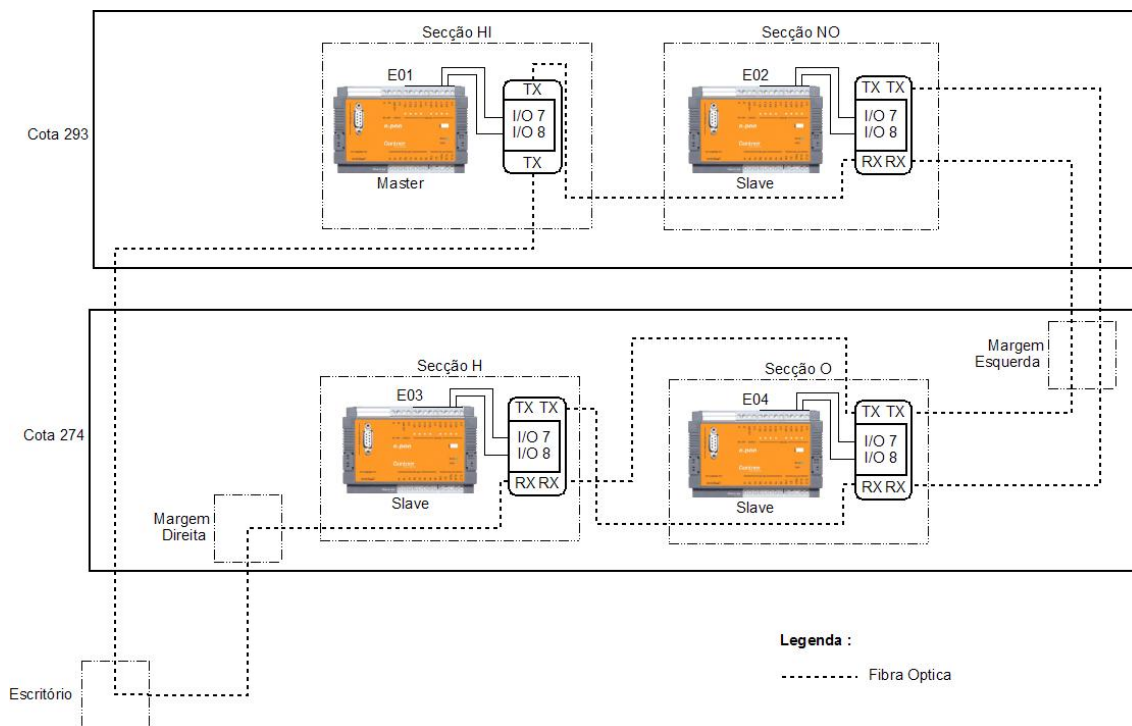


Fig. 5 Sincronização de *e.Pacs* no sistema de monitorização da barragem do Cabril

A rede de sincronismo concretizada na barragem do Cabril tem topologia em anel, o que permite redundância no sistema e assegura que o mesmo se manterá em funcionamento em caso de corte accidental de uma fibra. Para o efeito foram desenvolvidos no CIC circuitos especiais que não só possibilitam essa funcionalidade como procedem à multiplexagem no tempo, sobre uma única fibra óptica, da transmissão do sinal de relógio (*I/O 8*) e do sinal de *reset* do contador (*I/O 7*).

2.2 Funcionamento Assíncrono

O sistema de monitorização do comportamento dinâmico da Barragem do Cabril, também oferece a possibilidade de os *e.Pacs* que o constituem, funcionarem em modo *assíncrono*. Neste modo os relógios internos dos *e.Pacs*, funcionam independentemente uns dos outros, cada um gerindo o seu próprio ritmo.

Observado por este ângulo pode dizer-se que, em modo assíncrono, cada *e.Pac* funciona como se fora um *Master* uma vez que se regula pelo seu próprio relógio interno.

Devido à (relativamente) baixa exactidão dos relógios internos dos *e.Pacs* ocorrem ligeiras flutuações entre eles o que, ao fim de 24 horas de funcionamento assíncrono, origina derivas (atrasos ou adiantamentos) entre os relógios internos dos *e.Pacs* da ordem de grandeza de um ou vários segundos.

De modo a minorar esta situação e manter as derivas dentro de limites toleráveis o programa CabrilAquis, quando posto a funcionar em modo assíncrono, procede ao acerto automático, de 24 em 24 horas, das horas indicadas pelos relógios internos de cada *e.Pac* com a hora actual indicada pelo relógio do servidor.

Na Fig. 6 , pode ver-se um esquema representativo do funcionamento do sistema de aquisição de dados (SAD) do Cabril em modo assíncrono. Todos os *e.Pacs* estão configurados como *Masters* (i.e. não recebem nenhum sinal de sincronismo), estando os seus relógios internos em modo *free running* (funcionamento independente de outro relógio). Como mencionado anteriormente, a sincronização dos *e.Pacs* com o Servidor que possui o programa CabrilAquis instalado é feita uma vez por dia. Nesta operação é feita a sincronização entre a hora *UTC* (*Universal Time Coordinated*, Tempo Universal Coordenado) do relógio do servidor com o relógio de cada *e.Pac*, através de troca de mensagens com recurso à rede tcp/ip sobre fibra óptica instalada para a transmissão dos dados.

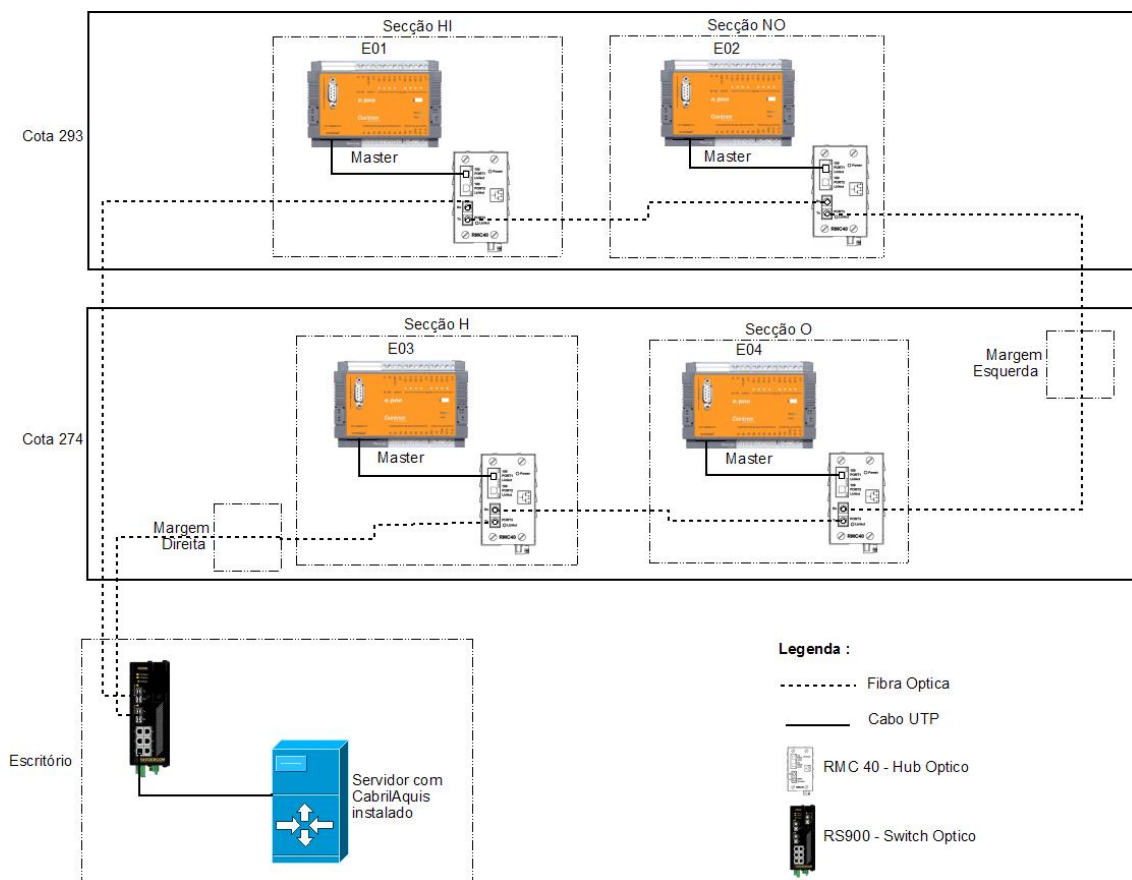


Fig. 6 Funcionamento em modo assíncrono do SAD do Cabril

Devido a ocorrerem flutuações nos ritmos dos relógios dos *e.Pacs*, este modo de funcionamento não permite relacionar no tempo, com a mesma precisão que o modo anterior, instantes de medição obtidos em *e.Pacs* diferentes. Por essa razão este modo deve ser utilizado apenas em situações de recurso.

Nota



No programa CabrilAquis é possível alterar a configuração de um *e.Pac* de *Master* para *Slave* (ou a operação inversa); deve no entanto ter-se presente que essa alteração na configuração existente no CabrilAquis, não altera efectivamente, o método de sincronização do *e.Pac* em questão. Para o fazer, de facto, é necessário recorrer a pessoal qualificado que, utilizando um *software* disponibilizado pelo fabricante para esse efeito, proceda a essa alteração em cada *e.Pac*.

2.3 O serviço CabrilAquis e o seu Painel Remoto

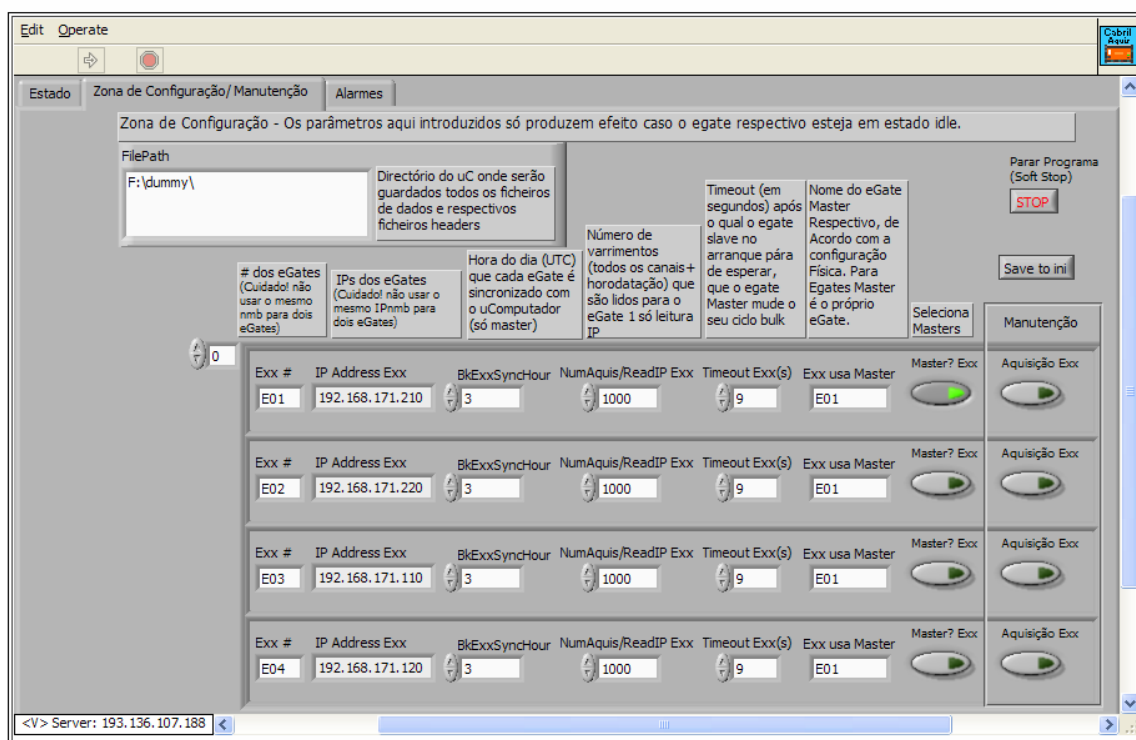
A versão do programa CabrilAquis, instalada no servidor localizado no edifício da central da Barragem do Cabril, foi configurada para funcionar como um Serviço do Windows. Assim:

- logo que o sistema operativo é carregado, o programa CabrilAquis arranca de forma automática não dependendo de qualquer tipo de intervenção de um operador para assegurar o seu início;
- no momento do arranque inicial, o programa CabrilAquis lê num ficheiro de inicialização (*epacs.ini*) as configurações do sistema pré-registadas para este efeito;
- enquanto o sistema operativo se mantiver activo o programa CabrilAquis mantém-se a funcionar em *background*;
- em caso de falha do serviço, estão definidas políticas de recuperação automática no sistema operativo.

A interacção de um operador humano com o serviço CabrilAquis, instalado no servidor da Barragem do Cabril, é realizável a partir de qualquer computador, local ou remoto, que tenha acesso (via internet) ao referido servidor.

Esta facilidade, que deslocaliza a interacção com o programa CabrilAquis e viabiliza o acesso ao mesmo a partir de qualquer lugar em qualquer parte do mundo – desde que se disponha das condições técnicas de acesso e se esteja devidamente autorizado – é concretizada através de uma ligação de *painel remoto LabView* (componente de computação distribuída, que permite uma ligação remota ao *Virtual Instrument*⁶ CabrilAquis, através do *Runtime LabView*⁷). Na Fig. 7 pode ver-se, um exemplo de um acesso remoto ao programa.

Cabril Aquis - Painel Remoto



CIC - LNEC Fevereiro 2009

Fig. 7 Aspecto do Painel Remoto CabrilAquis

⁶ Programas ou subrotinas *LabVIEW* são designados como instrumentos virtuais (*VI'S*). Cada *VI* tem três componentes: um bloco de diagrama, um painel frontal, e um conector de painel. Um *VI* pode ser executado como um programa, servindo o painel frontal de interface com o usuário. No caso específico desta aplicação, o *VI* CabrilAquis ao ser executado como serviço é carregado para memória e encontra-se a correr em *background* (não sendo visível o seu painel frontal). Podendo, no entanto, através do painel remoto *LabView*, aceder-se ao seu painel frontal.

⁷ Livraria com a base de código, que permite executar os executáveis compilados em *LabView* num sistema operativo específico.

O acesso ao programa utilizando o Painel Remoto pode ser realizado tanto localmente, no próprio servidor, como a partir de um computador remoto.

A ligação através do Painel Remoto, permite visualizar o VI (*virtual instrument*) e se o utilizador o desejar, tomar controlo do mesmo.

Sublinhe-se, no entanto, que para a execução do VI de aquisição CabrilAquis não é necessário o acesso ao mesmo através do Painel Remoto, uma vez que o VI entra automaticamente em funcionamento, em *background*, sempre que o sistema operativo Windows XP inicie o seu funcionamento e esteja a correr, pois está instalado como serviço.

Nota



Fechar a janela do navegador de páginas internet (num computador local ou remoto) que contem o Painel Remoto⁸, não afecta o funcionamento do programa CabrilAquis, instalado no servidor na Barragem do Cabril, uma vez que a aplicação “Painel Remoto” é apenas um interface de comunicação e não o programa CabrilAquis em si.

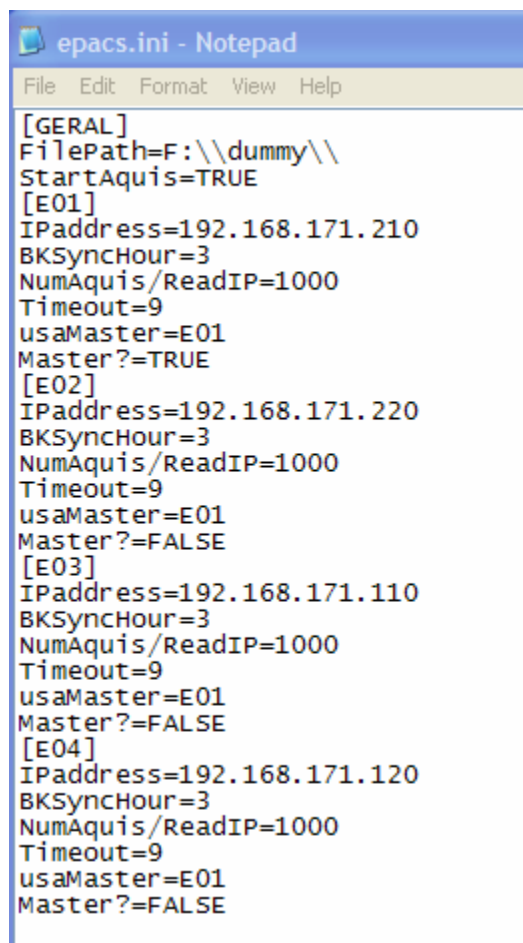
⁸ Ver o subcapítulo 4.2, para mais detalhes

3. Descrição dos componentes do Cabril Aquis

Neste capítulo são descritos os diversos componentes, que no seu todo compõem o programa CabrilAquis.

3.1 Ficheiro de inicialização (*epacs.ini*)

No ficheiro de inicialização **epacs.ini** estão definidas, em várias secções, as configurações iniciais pré-seleccionadas para o funcionamento do programa quando este se encontra na fase de arranque. Este ficheiro deve estar na mesma directoria que o executável da aplicação.



```
[GERAL]
FilePath=F:\\dummy\\
StartAquis=TRUE
[E01]
IPaddress=192.168.171.210
BKSynHour=3
NumAquis/ReadIP=1000
Timeout=9
usaMaster=E01
Master?=TRUE
[E02]
IPaddress=192.168.171.220
BKSynHour=3
NumAquis/ReadIP=1000
Timeout=9
usaMaster=E01
Master?=FALSE
[E03]
IPaddress=192.168.171.110
BKSynHour=3
NumAquis/ReadIP=1000
Timeout=9
usaMaster=E01
Master?=FALSE
[E04]
IPaddress=192.168.171.120
BKSynHour=3
NumAquis/ReadIP=1000
Timeout=9
usaMaster=E01
Master?=FALSE
```

Fig. 8 Exemplo de ficheiro de configuração de um *e.Pac*

3.1.1 Secção [GERAL]

A secção [GERAL] diz respeito às configurações gerais do programa.

- **FilePath** - Caminho para directoria onde a aplicação deve guardar os dados adquiridos (p.ex. F:\dummy\).
- **StartAquis** - (True/False) Indicação se o programa CabrilAquis deve iniciar, ou não, as operações de aquisição de dados logo após o arranque do mesmo.

3.1.2 Secção de configuração de e.Gates/ e.Pacs - Secção [Exx]

Na secção [Exx] é possível definir a configuração para cada equipamento utilizado. Cada sub-secção deve começar com a indicação do nome do *e.Pac* na forma [Exx] , sendo xx a numeração do mesmo. Esta numeração deve seguir ordem sequencial. E01, E02, etc. O programa de leitura do ficheiro de inicialização, finalizará a leitura do mesmo quando não encontrar a configuração da sub-secção seguinte (por ordem da numeração sequencial) no ficheiro de inicialização.

- **IPaddress** - Numero IP do *e.Pac* respectivo
- **BKSyncHour** - Hora UTC (tempo universal coordenado) a que se efectua o sincronismo de sistema (formato 24h). Esta hora deve ser igual para todos os e.Gates que pertencem ao mesmo sistema de sincronismo (*Master/ Slave*).
- **NumAquis/ReadIP** - Número de varrimentos (todos os canais+horadatação) que são lidos do *e.Pac* por cada leitura do canal TCP/IP.
- **Timeout** - Tempo máximo (em segundos) que um *slave* deve esperar até que o *master* complete a operação de sincronização.
- **usaMaster** - Deve ser indicado qual o nome do *e.Pac* (p. ex. E03) que funciona como *master* no respectivo sistema de sincronismo. No caso de ser o próprio deve ser indicado o seu nome.

⁹ Ao indicar o caminho para o directório deve sempre inserir o caminho usando dupla barra (\), uma vez que o carácter barra na caixa de texto *LabView* é usado como carácter de escape (que permite representar caracteres não visíveis : ex: \n , significa nova linha).

- **Master?** - (*True/False*) Indicação se o *e.Pac* funciona como *master (True)* ou como *slave (False)* no respectivo sistema de sincronismo.

Nota



O programa de leitura do ficheiro de inicialização, finaliza a leitura do mesmo quando não encontrar a sub-secção de configuração dos equipamentos utilizados (por ordem da numeração sequencial) seguinte no ficheiro de inicialização. Assim se criar as secções [E01], [E02], [E04], o programa só lerá as secções: [E01] e [E02], uma vez que ao não existir a secção [E03], o programa assume que a configuração dos equipamentos utilizados acabou.

3.2 Zona de Configuração e Manutenção

Neste separador (*tab*) é possível visualizar e alterar a actual configuração do programa. As alterações efectuadas nesta *tab* só produzem efeito caso o *e.Pac* respectivo se encontre em estado *idle*. No momento de arranque do programa são lidas as suas configurações do ficheiro de inicialização (*epacs.ini*), pelo que em caso de a operação de arranque ser bem sucedida, este *tab* deve reflectir todas as configurações que constam no ficheiro de inicialização.

Zona de Configuração - Os parâmetros aqui introduzidos só produzem efeito caso o egate respectivo esteja em estado idle.

FilePath: Directório do uC onde serão guardados todos os ficheiros de dados e respectivos ficheiros headers

Parar Programa (Soft Stop) **STOP**

Save to ini

dos eGates (Cuidado! não usar o mesmo nmb para dois eGates) | IPs dos eGates (Cuidado! não usar o mesmo IPnmb para dois eGates) | Hora do dia (UTC) que cada eGate é sincronizado com o uComputador (só master) | Número de varrimentos (todos os canais+horodatação) que são lidos para o eGate 1 só leitura IP | Timeout (em segundos) após o qual o egate slave no arranque pára de esperar, que o egate Master mude o seu ciclo bulk | Nome do eGate Master Respetivo, de Acordo com a configuração Física. Para Egates Master é o próprio eGate.

Exx #	IP Address Exx	BkExxSyncHour	NumAquis/ReadIP Exx	Timeout Exx(s)	Exx usa Master	Master? Exx	Aquisição Exx
E01	192.168.171.210	3	1000	9	E01	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="▶"/>
E01	192.168.171.210	3	1000	9	E01	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="▶"/>
E01	192.168.171.210	3	1000	9	E01	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="▶"/>
E01	192.168.171.210	3	1000	9	E01	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="▶"/>

Seleciona Masters | Manutenção

Fig. 9 Zona de Configuração e Manutenção

FilePath - Caminho para a directoria onde serão guardados todos os ficheiros de dados e respectivos *headers*. Esta directoria deve já existir em disco. Este parâmetro só deve ser alterado quando todos os *e.Pacs* não estejam em aquisição (estado *idle*).

Na secção de configuração dos *e.Pacs* geridos por este programa de aquisição, devem ser introduzidos todos os parâmetros relevantes no *array* de configurações do *e.Pac*. No canto superior esquerdo do *array* existe um contador que permite, controlar qual a primeira linha do *array* a visualizar.

- **Exx** - nome do *e.Pac* na forma Exx, sendo xx a numeração do mesmo. Esta numeração deve seguir ordem sequencial. E01, E02, etc.
- **IP Address Exx** - endereço IP do *e.Pac* respectivo
- **BkExxSyncHour** - hora em que se efectua o sincronismo de sistema (formato 24h). Esta hora deve ser igual para todos os *e.Pacs* que pertencem ao mesmo sistema de sincronismo (*Master/ Slave*).
- **NumAquis/ReadIP Exx** - número de varrimentos (todos os canais+horadatação) que são lidos do *e.Pac* por cada leitura IP.
- **Timeout Exx** - tempo máximo (em segundos) que um *slave* deve esperar até que o *master* complete a operação de sincronização.
- **Exx usa Master** - deve ser indicado qual o nome do *e.Pac* que funciona como *master* no respectivo sistema de sincronismo. No caso de ser o próprio deve ser indicado o seu nome.
- **Master? Exx** - (*On/Off*) indicação se o *e.Pac* funciona como *master* (*On*) ou como *slave* (*Off*) no respectivo sistema de sincronismo.
- **Aquisição Exx** - (*On/Off*) indica se o *e.Pac* se encontra no momento em aquisição(*On*) ou não (*Off*). Com este controlo é possível iniciar ou parar a aquisição de um dado *e.Pac* individualmente.
- **Save to ini** - permite gravar a configuração actual no ficheiro de inicialização.
- **STOP** - permite parar o programa CabrilAquis de uma maneira segura, garantindo que todas as ligações de aquisição estabelecidas são fechadas. De notar que, se o programa estiver a funcionar como serviço, enquanto o serviço estiver activo, este vai tentar arrancar de novo o programa (ver o subcapítulo 2.3 , para mais detalhes).

3.3 Estado/ Início do processo de aquisição

Neste tab é possível visualizar o estado em que se encontram os processos de aquisição de todos os *e.Pacs* configurados no programa.

Também é possível iniciar e parar a aquisição de todos os *e.Pacs* configurados no sistema.

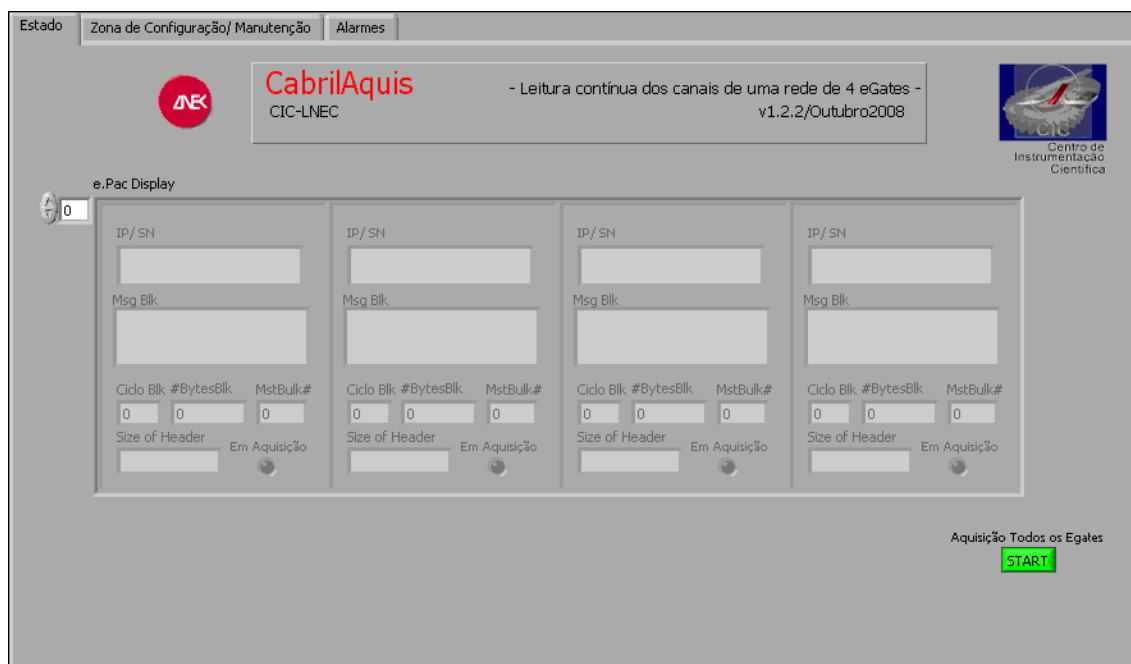


Fig. 10 Estado/ Início do processo de aquisição

Nesta secção é apresentada o estado dos processos de aquisição do *e.Pacs* configurados no programa. No canto superior esquerdo do *array* existe um contador que permite, controlar qual a primeira coluna do *array* a visualizar.

- **IP/ SN** - visualização do endereço IP e número de série do *e.Pac* respectivo
- **Msg Blk** - painel onde são mostradas mensagens relativas ao processo de aquisição do *e.Pac*
- **Ciclo Blk** - número sequencial, que indica o número de rearranques ocorridos durante o processo de aquisição no *e.Pac* respectivo
- **#BytesBulk** - número de bytes adquiridos em cada varrimento (todos os canais+hora datação) para um determinado *e.Pac*
- **MstBulk#** - número sequencial, que indica a quantidade de rearranques ocorridos durante o processo de aquisição no *e.Pac Master* respectivo

- **Size of Header** - tamanho do *Header* do *buffer* circular do *e.Pac* respectivo.
- **Em aquisição** - indica o estado do processo de aquisição para o *e.Pac* respectivo. Se *On* o programa encontra-se a adquirir dados do *e.Pac*, se *Off* o processo encontra-se no estado de suspensão (Idle).
- **START** - inicia/pára a aquisição em todos os e.Gates. Quando a aquisição se inicia este botão muda a sua *caption* para *stop*.

3.4 Alarmes

Nesta secção é possível visualizar quer as mensagens de erro geradas durante o funcionamento da aplicação CabrilAquis quer os erros entretanto ocorridos em cada *e.Pac*.

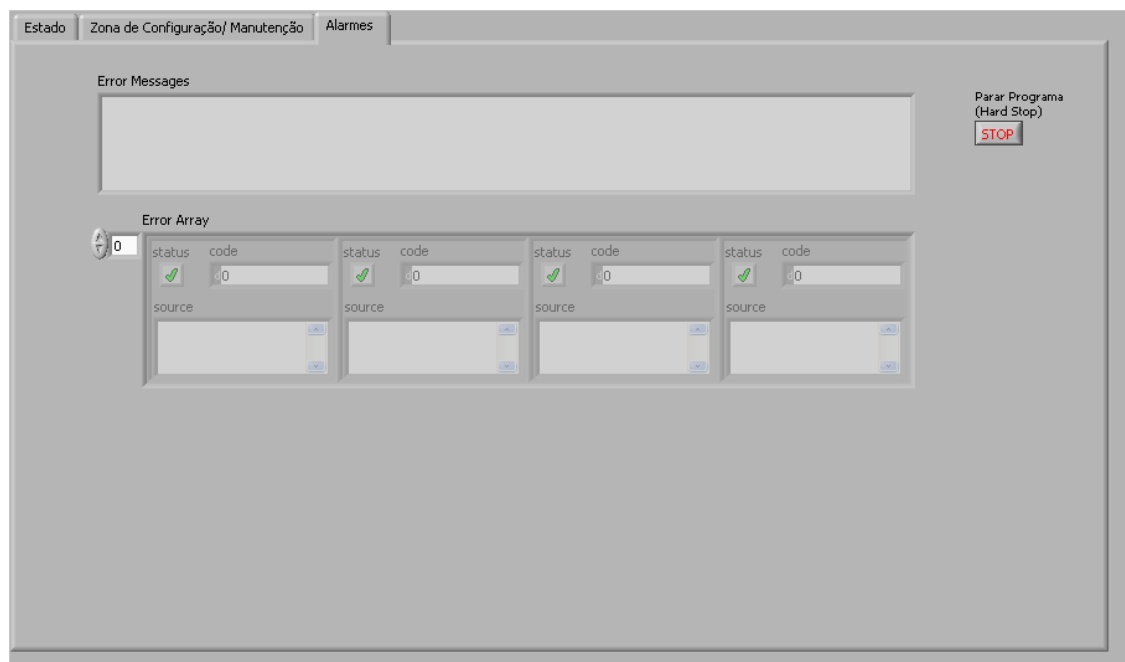


Fig. 11 Tab Alarmes do programa CabrilAquis

STOP - Permite forçar a paragem do programa, garante apenas que as ligações tcp/ip estabelecidas são desligadas. De notar que, se o programa estiver a funcionar como serviço, enquanto o serviço estiver activo, este vai tentar arrancar de novo o programa¹⁰.

¹⁰ ver o subcapítulo 2.3 , para mais detalhes.

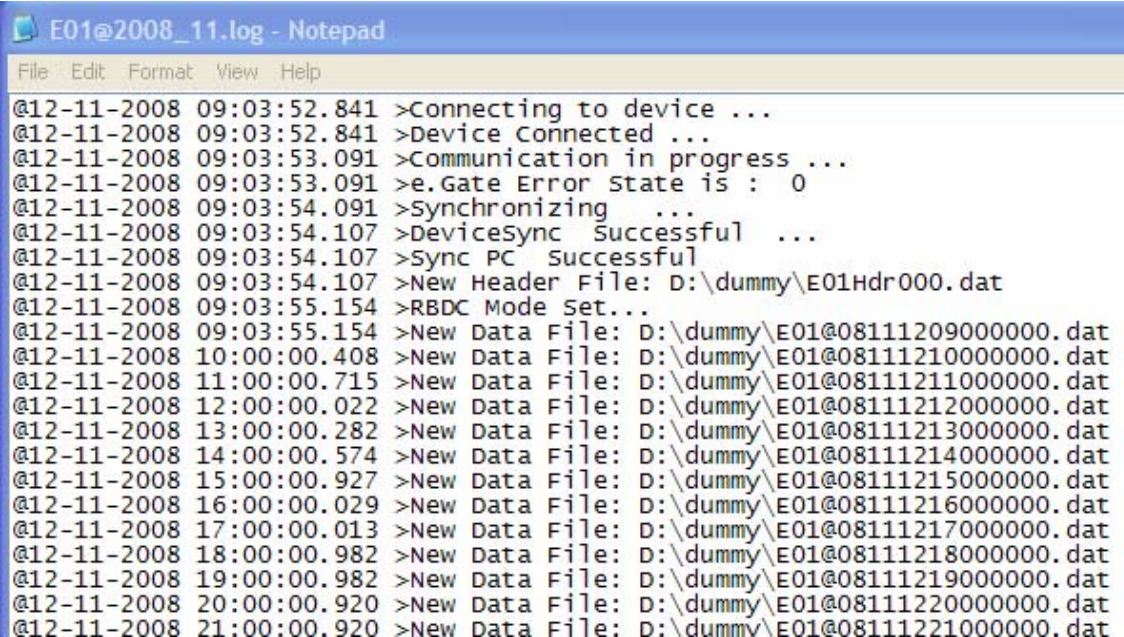
3.5 Ficheiros log

Para cada *e.Pac* que se encontre em aquisição, é gerado um ficheiro que guarda a sequência de operações durante esse processo. O ficheiro gerado denomina-se

Exx@yyyy_mm.log

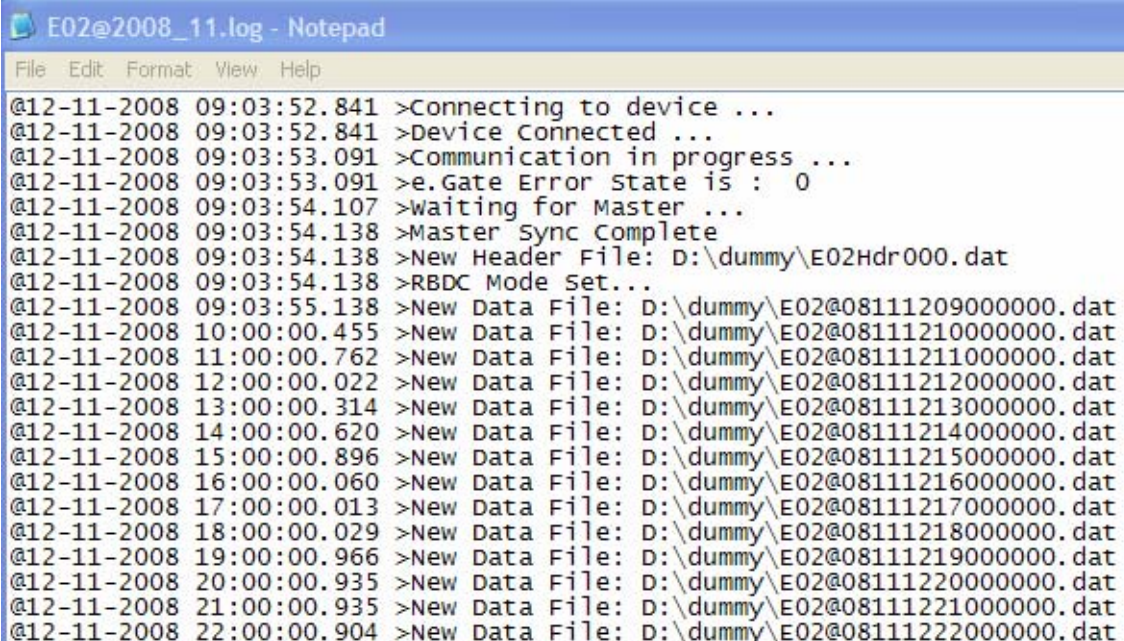
sendo xx a numeração do *e.Pac* respectivo, yyyy o ano e mm o mês a que se refere.

Nas figuras 12 e 13 podem ver-se exemplos de ficheiros log onde está registada uma sequência de operações normal respectivamente para um *e.Pac master* e um *e.Pac slave*.



```
E01@2008_11.log - Notepad
File Edit Format View Help
@12-11-2008 09:03:52.841 >Connecting to device ...
@12-11-2008 09:03:52.841 >Device Connected ...
@12-11-2008 09:03:53.091 >Communication in progress ...
@12-11-2008 09:03:53.091 >e.Gate Error State is : 0
@12-11-2008 09:03:54.091 >Synchronizing ...
@12-11-2008 09:03:54.107 >DeviceSync Successful ...
@12-11-2008 09:03:54.107 >Sync PC Successful
@12-11-2008 09:03:54.107 >New Header File: D:\dummy\E01Hdr000.dat
@12-11-2008 09:03:55.154 >RBDC Mode Set...
@12-11-2008 09:03:55.154 >New Data File: D:\dummy\E01@08111209000000.dat
@12-11-2008 10:00:00.408 >New Data File: D:\dummy\E01@08111210000000.dat
@12-11-2008 11:00:00.715 >New Data File: D:\dummy\E01@08111211000000.dat
@12-11-2008 12:00:00.022 >New Data File: D:\dummy\E01@08111212000000.dat
@12-11-2008 13:00:00.282 >New Data File: D:\dummy\E01@08111213000000.dat
@12-11-2008 14:00:00.574 >New Data File: D:\dummy\E01@08111214000000.dat
@12-11-2008 15:00:00.927 >New Data File: D:\dummy\E01@08111215000000.dat
@12-11-2008 16:00:00.029 >New Data File: D:\dummy\E01@08111216000000.dat
@12-11-2008 17:00:00.013 >New Data File: D:\dummy\E01@08111217000000.dat
@12-11-2008 18:00:00.982 >New Data File: D:\dummy\E01@08111218000000.dat
@12-11-2008 19:00:00.982 >New Data File: D:\dummy\E01@08111219000000.dat
@12-11-2008 20:00:00.920 >New Data File: D:\dummy\E01@08111220000000.dat
@12-11-2008 21:00:00.920 >New Data File: D:\dummv\E01@08111221000000.dat
```

Fig. 12 Ficheiro log de um *e.Pac master* com sequência normal de operações



```
E02@2008_11.log - Notepad
File Edit Format View Help
@12-11-2008 09:03:52.841 >Connecting to device ...
@12-11-2008 09:03:52.841 >Device Connected ...
@12-11-2008 09:03:53.091 >Communication in progress ...
@12-11-2008 09:03:53.091 >e.Gate Error State is : 0
@12-11-2008 09:03:54.107 >waiting for Master ...
@12-11-2008 09:03:54.138 >Master sync complete
@12-11-2008 09:03:54.138 >New Header File: D:\dummy\E02Hdr000.dat
@12-11-2008 09:03:54.138 >RBDC Mode Set...
@12-11-2008 09:03:55.138 >New Data File: D:\dummy\E02@08111209000000.dat
@12-11-2008 10:00:00.455 >New Data File: D:\dummy\E02@08111210000000.dat
@12-11-2008 11:00:00.762 >New Data File: D:\dummy\E02@08111211000000.dat
@12-11-2008 12:00:00.022 >New Data File: D:\dummy\E02@08111212000000.dat
@12-11-2008 13:00:00.314 >New Data File: D:\dummy\E02@08111213000000.dat
@12-11-2008 14:00:00.620 >New Data File: D:\dummy\E02@08111214000000.dat
@12-11-2008 15:00:00.896 >New Data File: D:\dummy\E02@08111215000000.dat
@12-11-2008 16:00:00.060 >New Data File: D:\dummy\E02@08111216000000.dat
@12-11-2008 17:00:00.013 >New Data File: D:\dummy\E02@08111217000000.dat
@12-11-2008 18:00:00.029 >New Data File: D:\dummy\E02@08111218000000.dat
@12-11-2008 19:00:00.966 >New Data File: D:\dummy\E02@08111219000000.dat
@12-11-2008 20:00:00.935 >New Data File: D:\dummy\E02@08111220000000.dat
@12-11-2008 21:00:00.935 >New Data File: D:\dummy\E02@08111221000000.dat
@12-11-2008 22:00:00.904 >New Data File: D:\dummy\E02@08111222000000.dat
```

Fig. 13 Ficheiro log de um *e.Pac slave* com sequência normal de operações

4. A operação do CabrilAquis

4.1 Início e paragem do serviço CabrilAquis

O serviço CabrilAquis arranca por defeito, de forma automática, quando o computador é iniciado. No entanto se se pretender alterar a política de arranque ou recuperação do serviço, ou iniciar/parar manualmente o serviço deverá recorrer-se à aplicação de gestão de serviços e aplicações do gestor de computador do Windows. Para tal clique com o botão do lado direito do rato no ícone Meu Computador localizado na *desktop* e seleccione no menu Gerir (*Manage*). Seguidamente escolha na pasta serviços (na pasta serviços e aplicações) o serviço CabrilAquis, seleccionando depois a acção que pretende efectuar.

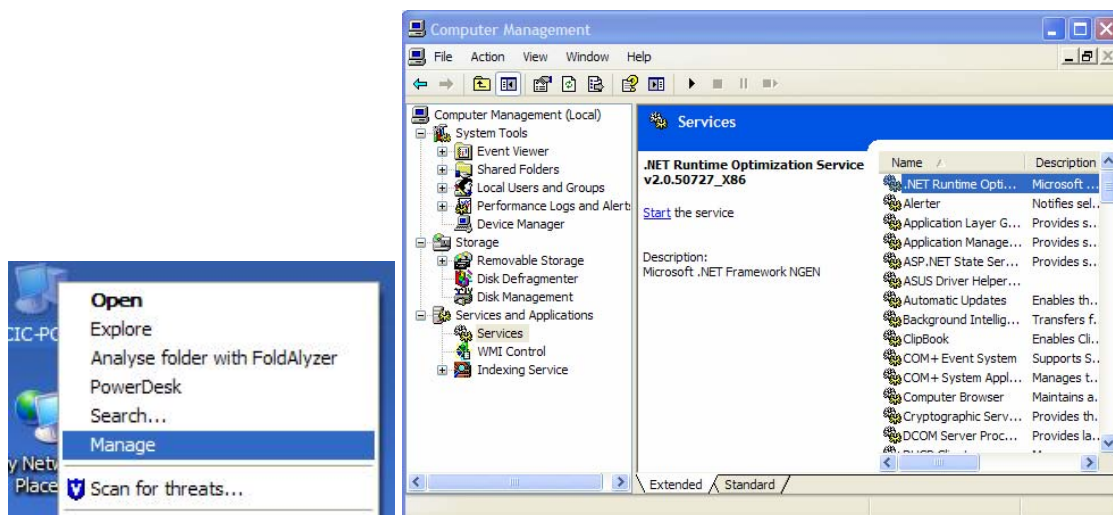


Fig. 14 Início e paragem manual do serviço CabrilAquis

4.2 Acesso ao programa CabrilAquis através de painel remoto

O acesso ao programa utilizando o Painel Remoto pode ser realizado tanto localmente, no servidor, como a partir de um computador remoto. A ligação através do Painel Remoto permite visualizar o VI (*virtual instrument*) e se o utilizador o desejar, tomar controlo do mesmo.

Para aceder ao painel remoto é necessário saber qual o endereço IP do servidor onde está a correr o serviço CabrilAquis, ou que este possa ser resolvido pela máquina que o está a aceder (eg. *DNS – Domain Name System*).

O painel remoto é visualizado através de um *navegador web*; insira na barra de endereços: <http://ipservidor/CabrilAquis.html>

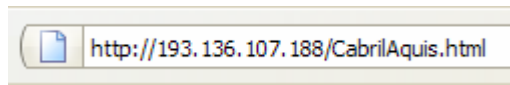
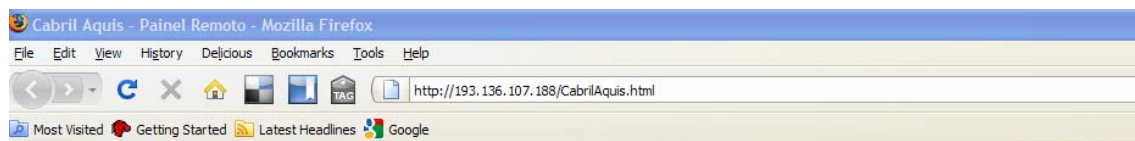


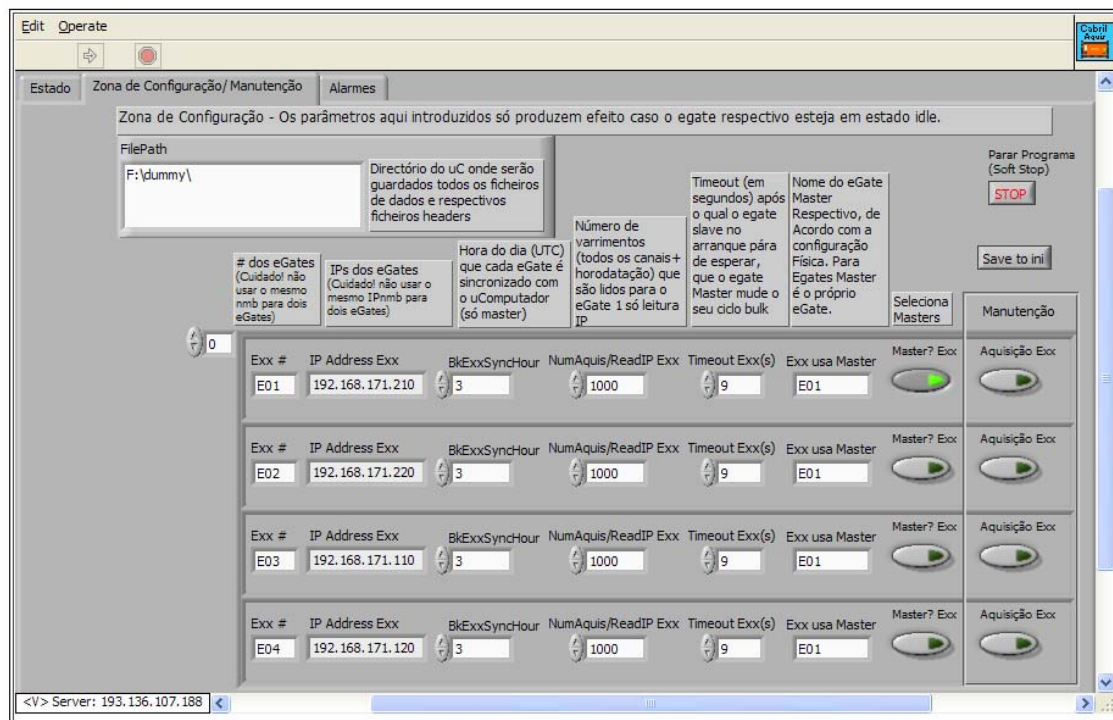
Fig. 15 Exemplo de Endereço (fictício) de Acesso ao Painel Remoto CabrilAquis

Em alternativa pode utilizar qualquer nome que a máquina possa resolver em IP em vez de *ipservidor* (IP do Servidor onde está a correr o serviço CabrilAquis).

O *navegador web* deve carregar então a uma página semelhante à figura abaixo. Nesta pode-se visualizar o programa CabrilAquis tal como está a correr no servidor.



Cabril Aquis - Painel Remoto



CIC - LNEC Fevereiro 2009

Fig. 16 Exemplo de visualização do Painel Remoto do CabrilAquis

Se se pretender visualizar outros separadores (*tabs*) ou alterar algum parâmetro no programa é necessário tomar controlo do Painel Remoto. Para isso localiza-se no canto inferior esquerdo a caixa de controlo do Painel Remoto (Fig. 17) e clica-se nela com o botão esquerdo do rato.

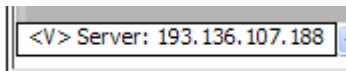


Fig. 17 Caixa de Controlo do Painel Remoto

No menu de contexto que se torna então visível (Fig. 18) escolhe-se a opção *Request Control of VI* (pedir controlo do VI) .

Cabril Aquis - Painel Remoto

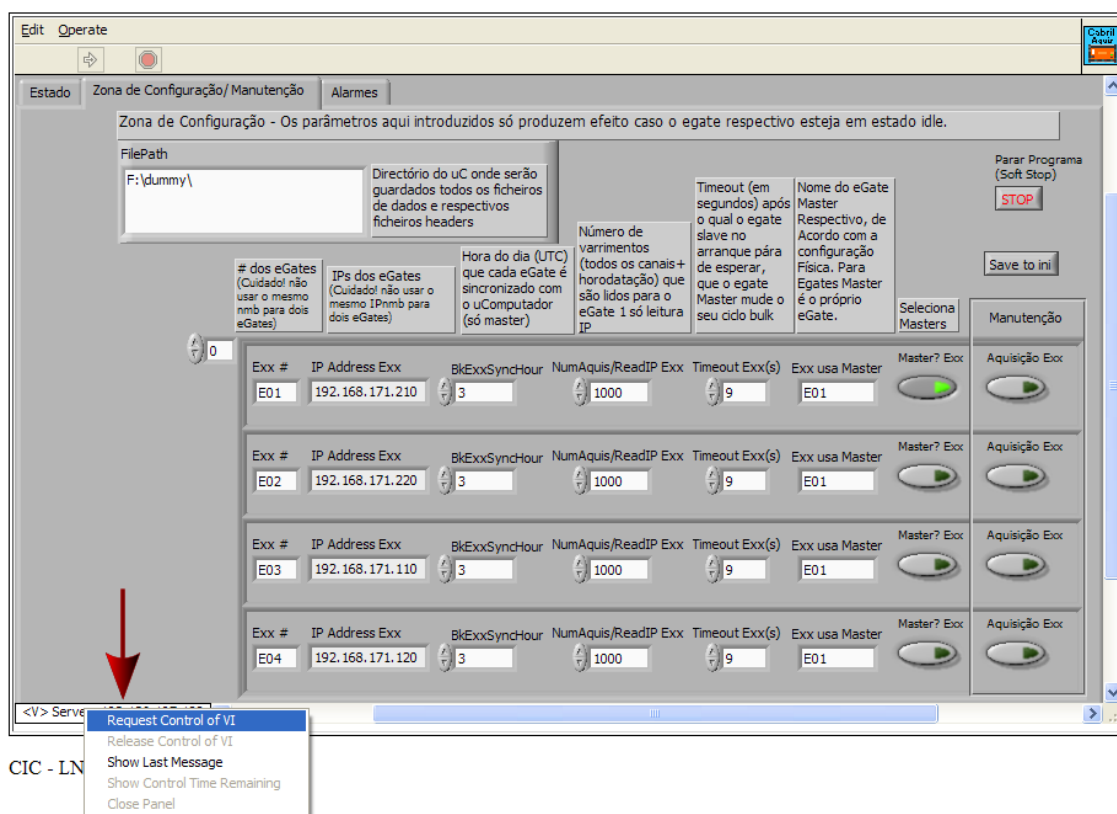


Fig. 18 Pedir controlo do VI no painel remoto

A partir desse momento, toma-se controlo do VI e poder-se-ão efectuar operações no programa tal como se se estivesse a trabalhar directamente com o mesmo. Note-se que, tal como se pode ver na Fig. 19 , o <V> presente na caixa de controlo, passou a <C>.

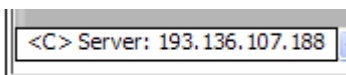


Fig. 19 Controlo de um VI

Poderá acontecer em situações pontuais que outro utilizador esteja já a controlar o VI, nesse caso terá que esperar que esse utilizador liberte o controlo do VI, para que o possa utilizar.

Quando se tiver terminado as operações que se deseja efectuar, é necessário libertar o controlo do VI. Para tal clica-se na caixa de controlo do Painel Remoto, com o botão

esquerdo do rato a (Fig. 17) e no menu de contexto escolhe-se a opção *Release Control of VI* (libertar controlo do VI).

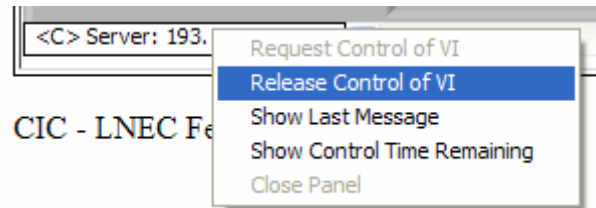


Fig. 20 Libertar o controlo de um VI

A partir desse momento o <C> presente na caixa de controlo, passará a <V>, o que significa que regressou ao modo de visualização.

Nota



Sempre que se toma o controlo do VI é importante terminar a sessão libertando esse controlo. Esta operação é imprescindível dado que, para além de outras razões evidentes, devido a limitações de licenciamento, só é possível uma sessão controlar o VI.

4.3 Ver estado do processo de aquisição

O estado dos processos de aquisição dos *e.Pacs*, que constituem o sistema de Aquisição de dados do Cabril podem ser visualizados de duas formas:

- Para visualizar no programa qual o estado dos processos de aquisição dos *e.Pacs* configurados no programa, selecciona-se o separador (*tab*) “Estado/Início do processo de aquisição” onde se podem visualizar os indicadores relevantes, relativos ao processo de aquisição dos *e.Pacs*. Para mais detalhe consultar o subcapítulo 3.3.
- Para ver o estado dos processos através dos ficheiros de *log* (ver subcapítulo 3.5), vai-se até ao directório configurado na aplicação para guardar os dados adquiridos¹¹ e consulta-se o ficheiro *log* respectivo.

¹¹ veja secção 3.1.1 ou subcapítulo 3.2, para ver como se configura este parâmetro no *ficheiro ini* ou directamente na aplicação, respectivamente.

4.4 Parar ou iniciar a aquisição de forma manual

Pode-se Parar/Iniciar a aquisição dos *e.Pacs* configurados no programa individualmente ou de uma forma global:

- Parar/ Iniciar todos os *e.Pacs* – no tab “Estado / Início do processo de aquisição” carrega-se no botão STOP/START que se encontra no lado inferior direito. Quando a aquisição se inicia este botão muda a sua legenda (*caption*) para *stop*; quando a aquisição pára esta legenda altera-se para *start*. Ver o subcapítulo 3.3 para mais detalhes.
- Parar/Iniciar um *e.Pac* – no separador (*tab*) “Zona de Configuração e Manutenção”, desliga-se/liga-se o botão “Aquisição Exx” (coluna Manutenção) do *e.Pac* respectivo, para desligar/ligar, respectivamente, o processo de aquisição de dados nesse *e.Pac*. Para mais detalhes ver subcapítulo 3.2. Utilizando esta funcionalidade é possível desligar a aquisição de dados de um determinado *e.Pac*, para efeitos de trabalhos de manutenção do mesmo.

4.5 Alterar a configuração do Programa CabrilAquis

Como foi descrito anteriormente (sub-capítulo 2.3), no momento do arranque inicial o programa CabrilAquis lê as configurações do sistema num ficheiro de inicialização (*epacs.ini*¹²). Assim, quando o operador acede pela primeira vez ao conteúdo do separador (*tab*) “Zona de Configuração e Manutenção”, este reflecte o conteúdo do ficheiro de inicialização.

Nota



Ao alterar um parâmetro de configuração de um *e.Pac* este só produz efeito caso o *e.Pac* respectivo esteja em estado de repouso (*idle*).

Recomenda-se assim que, sempre que se altere um parâmetro de configuração, sejam colocados em estado *idle* todos os *e.Pacs* a que esse parâmetro de configuração diga respeito.

¹² No subcapítulo 3.1 é descrito em mais detalhe a estrutura deste ficheiro.

No separador (*tab*) “Zona de Configuração e Manutenção” pode-se alterar os parâmetros de configuração desejados (ver subcapítulo 3.2). Se se desejar que as alterações efectuadas se tornem permanentes, tornando-se as opções por defeito com que o programa CabrilAquis irá arrancar da próxima vez que for lançado, deve premir-se o botão *Save to ini* (guardar para ficheiro de inicialização).

Em alternativa pode-se alterar o ficheiro de inicialização directamente num editor de texto, operação que se recomenda seja feita apenas por utilizadores avançados. Da próxima vez que o serviço arrancar vai reflectir as novas configurações.

Nota



Editar directamente o ficheiro de inicialização do CabrilAquis, assim como alterar os parâmetros de configuração do programa, pode conduzir ao funcionamento incorrecto do sistema de aquisição. Por essa razão, todas as alterações desse tipo devem ser feitas apenas por pessoal devidamente qualificado.

5. Os *outputs* do CabrilAquis

Resultante do funcionamento normal do programa CabrilAquis, obtêm-se os seguintes ficheiros:

- **Ficheiros Log** – Para cada *e.Pac* em aquisição, é gerado um ficheiro onde se conserva a sequência de operações, hora datadas, relativas a esse *e.Pac* (p. exemplo: reset, actualização de relógio local, etc.) durante a sua actividade num dado mês do ano. O ficheiro *log* assim gerado denomina-se:

Exx@yyyy_mm.log

Sendo *xx* a numeração do *e.Pac* respectivo, *yyyy* o ano e *mm* o mês a que se refere.

- **Ficheiros BI** – Para cada *e.Pac* em aquisição, é gerado um ficheiro onde se conservam alguns dados relevantes sobre a configuração do *e.Pac* respectivo. Sempre que essa informação se altera é adicionado a esse ficheiro a nova configuração, juntamente com a data em que alteração foi detectada.

O ficheiro *BI* gerado denomina-se:

BI_ip.dat

- Sendo *ip* o endereço ip do *e.Pac*, tendo sido substituídos os pontos que constituem o endereço por *underscores* (_).
- **Ficheiros Header** – Para cada *e.Pac* em aquisição é gerado um ficheiro que contem o conteúdo do *header* do *e.Pac* respectivo. O teor do *header* permite interpretar o conteúdo dos ficheiro de dados que forem gravados enquanto esse *header* vigorar. Sempre que ocorre um reinício no processo de aquisição, é gerado um novo *header*. Os ficheiros de *header* gerados denominam-se:

ExxHdriijj.dat

Sendo *xx* a numeração do *e.Pac* respectivo e *jjj* o numero de reinícios ocorridos.

- **Ficheiros de dados** – A informação lida de cada *e.Pac* é escrita em ficheiros denominados:

ExxEjj@yymmddhhMMMSSS.dat

Que contêm a informação lida de cada *e.Pac* numa dada hora. No processo de aquisição síncrona existe um *e.Pac* que funciona como *master* (o sincronismo da rede é imposto pelo sinal de relógio gerado por esse *e.Pac*). Por essa razão a denominação dos ficheiros de dados referencia dois *e.Pacs*: o *e.Pac master* (xx) e o *e.Pac* (jj) donde foi recolhida a informação. Em certas situações de anomalias pode acontecer que haja mais do que um ficheiro de dados relativo a uma certa hora e um dado *e.Pac*.

- xx – Numeração do *e.Pac master* (do qual é extraída a hora de referência de início da aquisição).
- jj – Numeração do *e.Pac* de onde foi recolhida a informação.
- yymmddhh – ano, mês, dia e hora
- MMM numeração do *header master* respectivo.
- SSS numeração do próprio *header*

Nota

Os ficheiros encontram-se localizados no directório, previamente configurado no ficheiro ini (ver secção 3.1.1) ou na zona de configuração (ver subcapítulo 3.2), onde a aplicação deve guardar os dados adquiridos.



O CabrilAquis baseia-se no nome dos ficheiros existentes, para gerar o nome dos novos ficheiros. Ao retirar os ficheiros do directório, deve – se ter em conta os efeitos dos ficheiros existentes, na formação do nome dos ficheiros actuais, assim como, se a aquisição de dados estiver activa, não remover os ficheiros que se encontram em utilização.

6. Diagnóstico de anomalias

Um indicador muito importante do que possa, eventualmente, estar a acontecer de anómalo no programa, são os ficheiros de *log*¹³. Para cada *e.Pac* em aquisição, é gerado um ficheiro de *log* onde se conserva a sequência de operações, hora-datadas, relativas a esse *e.Pac* (p. exemplo: *reset*, actualização de relógio local, etc.) durante a sua actividade num dado mês do ano.

Na tab “Alarmes” do programa CabrilAquis¹⁴ são exibidas mensagens de erro geradas durante o funcionamento da aplicação, quer os erros entretanto ocorridos em cada *e.Pac*.

Na eventualidade de ser necessário reportar uma anomalia, aconselha-se que se descreva:

- Quais as operações efectuadas até à ocorrência do comportamento anómalo;
- O que aconteceu;
- O que se esperava que acontecesse;
- Eventuais factores externos que possam ter afectado o funcionamento do sistema.

A descrição deve ser complementada com o envio dos ficheiros gerados pelo programa CabrilAquis nesse período.

¹³ Para saber mais sobre estes ficheiros consulte o subcapítulo 3.5.

¹⁴ O separador (*tab*) “Alarmes” é descrito em detalhe no subcapítulo 3.4.

7. Requisitos mínimos

São requisitos mínimos para correr esta aplicação:

- Sistema operativo : Windows 2000; Windows Vista x64; Windows Vista x86; Windows XP.
- LabVIEW 8.5.1 Run-Time Engine
- ≈ 33 Mbytes de memória disponível
- $\approx 2,8$ Mbytes de espaço em disco para a instalação do serviço CabrilAquis.
- ≈ 439 Mbytes de espaço em disco para guardar os ficheiros gerados, por cada hora de observação, assumindo uma frequência de amostragem de 1000 Hz para todos os canais.

8. Conclusões

O programa CabrilAquis tem um papel fulcral no sistema de monitorização do comportamento dinâmico da Barragem do Cabril, garantindo o correcto funcionamento e sincronização do sistema de aquisição de dados instalado e possibilitando o armazenamento dos dados obtidos pelo sistema em ficheiros horadatados e identificados pelo nome do dispositivo lido.

Para se compreender a estrutura e funcionamento do programa CabrilAquis, é essencial conhecer a filosofia e estrutura básica do sistema de monitorização do comportamento dinâmico instalado na Barragem do Cabril sumariamente descrito nos capítulos iniciais.

No caso de ser necessário introduzir alterações na configuração do programa CabrilAquis estas alterações devem ser feitas por pessoal devidamente qualificado.

Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Fevereiro de 2009


VISTO

O Chefe do NSE



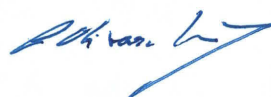
José de Almeida Garrett

AUTORIA

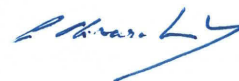


João dos Reis
Lic. Eng.^a Electrotécnica
Bolseiro de Iniciação à Investigação Científica

O Director do CIC



Carlos Oliveira Costa



Carlos Oliveira Costa
Eng.^o Electrotécnico, Especialista
Investigador Principal

9. Referências bibliográficas

- [1] Mendes P., Oliveira Costa C., Almeida Garrett J., Oliveira S. - "Development of a monitoring system to Cabril dam with operational modal analysis", Proceedings of the 2nd Experimental Vibration Analysis for Civil Engineering Structures (EVACES), Porto, Portugal, 2007
- [2] Wikipédia, http://pt.wikipedia.org/wiki/Barragem_do_Cabril. Acesso em 27 de Janeiro de 2009.
- [3] Gantner Instruments, e.bloxx System Guide, Version 1.20, Schruns, Austria, GANTNER INSTRUMENTS Test & Measurement GMBH, 2004.

