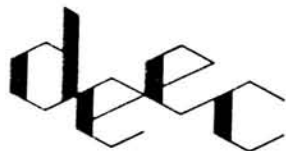


PRODEP
ESTÁGIOS PROFISSIONAIS PARA
BACHARELATOS, LICENCIATURAS e PÓS-GRADUAÇÕES
RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Rua dos Bragas, 4099 Porto Codex, PORTUGAL

Telef. 351-2-317105/107/412/457 · Telex 27323 FEUP P · Telefax 351-2-319280

P A R E C E R

O presente parecer refere-se ao estágio realizado pelo Eng^o. João Pedro Ventura Alves do Vale, o qual se enquadrou na área dos *sistemas de aquisição de dados*, visando, concretamente, a experimentação de sistemas de aquisição de dados num ambiente de laboratório de máquinas eléctricas e o desenvolvimento de diversas interfaces para medida de grandezas eléctricas e não eléctricas.

É nossa opinião que o referido estágio, que decorreu em instalações do ISR-Instituto de Sistemas e Robótica e na FEUP-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e que se integra numa área de grande actualidade e interesse para ambas as instituições envolvidas, contribuiu para um significativo enriquecimento do conhecimento e da experiência do estagiário no âmbito das matérias abordadas.

Os trabalhos decorreram sempre de acordo com os planos traçados inicialmente, tendo o Eng^o. Alves do Vale sempre mostrado um empenho e um interesse particular nos mesmos. A este propósito, destacam-se a produção de três publicações relacionadas com o trabalho realizado, uma num congresso internacional, uma num congresso nacional e outra numa revista de especialidade (conforme Relatório Final apresentado pelo estagiário).

Por tudo isso, conclui-se que neste estágio foram atingidos completamente os objectivos que, oportunamente, para si haviam sido definidos.

Porto, 21 de Julho de 1993

O Supervisor de Estágio pela FEUP

(Prof. Doutor Artur Manuel de Figueiredo Fernandes Costa)

4

6213(747-1)/LFCC 1952/VALJ
09/10/09

PARECER

O presente parecer refere-se ao Estágio Profissional realizado pelo Licenciado **JOÃO PEDRO VENTURA ALVES DO VALE**, no âmbito do **PRODEP** - Subprograma do Ensino Superior, realizado na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no período compreendido entre 15-10-92 e 15-02-93.

O objectivo do Trabalho traduzia-se no cumprimento dos dois seguintes pontos:

- a concepção e experimentação de Sistemas de Aquisição de Dados aplicáveis à caracterização do funcionamento de máquinas eléctricas
- o desenvolvimento de módulos de "interface" para a medição das diferentes grandezas eléctricas e mecânicas.

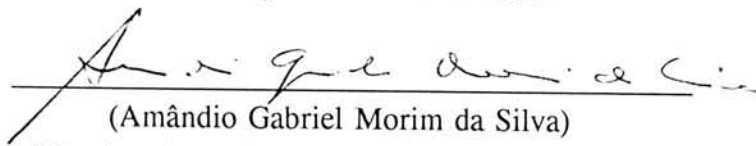
Da análise do Relatório apresentado pelo Estagiário em causa e do conhecimento do trabalho desenvolvido nos Laboratórios de Máquinas Eléctricas, conclui-se que tais objectivos foram cumpridos, o que é de salientar dentro das limitações, de várias ordens, que geralmente se apresentam a Trabalhos com idênticas características.

Acresce o facto de o presente Trabalho ter servido como suporte para a publicação de três artigos, no "Caderno de Estudos de Máquinas Eléctricas nº 4", no "Endiel 93" e nas "Jornadas Hispano-Lusas de Engenharia Electrotécnica - Barcelona 93".

Concluindo:

Consideramos que o trabalho realizado pelo Estagiário em causa tem elevado nível técnico, constituindo um contributo para o desenvolvimento e modernização dos métodos de medida, nomeadamente na área das máquinas eléctricas, quer a nível do ensino quer no da sua utilização.

Porto, 23 de Julho de 1993


(Amândio Gabriel Morim da Silva)
(Membro do Instituto de Sistemas e Robótica)

PRODEP
ESTÁGIOS PROFISSIONAIS PARA
BACHARELATOS, LICENCIATURAS e PÓS-GRADUAÇÕES
RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO - *Acca* 1.30

OBJECTIVOS:

* Experimentação de sistemas de aquisição de dados em ambiente de um laboratório de ensaios de máquinas eléctricas, desenvolvimento de módulos de interface apropriados à realização de leituras de grandezas eléctricas e mecânicas.

DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO, REGISTO E TRATAMENTO DE DADOS DENOMINADO "DATAMAQ"

O presente sistema de aquisição, registo e tratamento de dados, foi concebido tendo em conta a facilidade de utilização, reparação e manutenção, pelo que é constituído por módulos de interface para correntes, tensões e potências, utilizando componentes que, salvo 1 C.I. dos módulos de corrente e tensão, são de fácil aquisição. Estes módulos têm em conta a leitura dos valores eficazes de tensão e corrente, bem como a leitura da potência activa para uma, duas ou três fases com ou sem neutro acessível.

Assim o sistema é constituído por 3 watímetros, 3 voltímetros e 3 amperímetros. É ainda parte constituinte do sistema um pacote de software em basic o " DATAMAQ " (prog3) elaborado com base nas instruções da placa de conversão A/D de 12 BIT instalada num PC do laboratório de máquinas eléctricas. A referida placa de conversão A/D - D/A é também parte integrante do sistema.

Parte integrante do sistema é ainda uma interface para

medida de rotação, existente em projecto e não realizada por ter havido dificuldade de realização do sistema optico para iluminação do veio da máquina a ensaiar, e um sistema para medida de temperatura já existente, tendo sido realizado o amplificador de ajuste de fim de escala para este sistema de medida de temperatura.

RESULTADOS DA EXPERIMENTAÇÃO DO SISTEMA

Depois de feita a calibração dos aparelhos que constituem o sistema foram feitas leituras em regime estacionário para cada uma das 3 fases (conjunto watímetro, voltímetro, amperímetro) verificando-se que os valores registados eram condizentes com os valores lidos na aparelhagem analógica utilizada para comparação e controle de valores, aparelhagem esta de C.P. 0.5, sendo a carga utilizada a máquina generalizada existente no laboratório de máquinas eléctricas da F.E.U.P.

Os valores obtidos foram os seguintes:

Fase 1:

Experiência 1

370 W lidos ; 365 W registados
150 V lidos ; 149 V registados
2,9 A lidos ; 2,85 A registados

Experiência 2

570 W lidos ; 567 W registados
200 V lidos ; 199 V registados
3,7 A lidos ; 3,7 A registados

Fase 2:

Experiência 1

370 W lidos ; 359 W registrados

150 V lidos ; 149 V registrados

2,9 A lidos ; 2,86 A registrados

Experiência 2

575 W lidos ; 568 W registrados

200 V lidos ; 199 V registrados

3,7 A lidos ; 3,68 A registrados

Fase 3:

Experiência 1

370 W lidos ; 372 W registrados

150 V lidos ; 148 V registrados

3,7 A lidos ; 3,69 A registrados

Experiência 2

570 W lidos ; 570 W registrados

200 V lidos ; 199 V registrados

3,7 A lidos ; 3,69 A registrados

No sistema trifásico:

Experiência 1:

Corrente estabilizada de 2,75 A lida, 2,74 A registrados

W1 lido 70 W - W1 registrado 68 W

W2 lido 240 W - W2 registrado 238 W

W3 lido 40 W - W3 registrado 41 W

Experiência 2:

Corrente estabilizada de 3,7 A lida, 3,69 A registados

W1 lido 10 W - W1 registado 12 W

W2 lido 360 W - W2 registado 356 W

W3 lido 20 W - W3 registado 22 W

Verifica-se assim que quer com as fases separadas quer com o sistema trifásico os valores registados acompanham os valores lidos.

Durante esta fase de experimentação foi feito o arranque, com registo simultâneo, da máquina generalizada existente no laboratório de máquinas eléctricas, verificando-se que o sistema acompanhou convenientemente o evoluir das grandezas eléctricas durante o arranque da máquina.

Numa segunda fase de experimentação foram utilizadas cargas trifásicas resistivas, capacitivas e indutivas puras, bem como cargas mistas RL e RC com vários factores de potência.

Os valores obtidos bem como os erros rel. e abs. foram os seguintes para as fases 1, 2, 3 e para potências, correntes e tensões:

Carga resistiva pura.

1-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rel. %
W1 "W"	206.00	190.11	-15.89	-7.71
W2 "W"	200.00	196.71	-3.29	-1.64
W3 "W"	204.00	201.10	-2.90	-1.42
I1 "A"	0.98	0.93	-0.06	-5.89
I2 "A"	0.98	0.92	-0.07	-6.04
I3 "A"	0.99	0.94	-0.05	-4.79
U1 "V"	217.00	219.89	2.89	1.33
U2 "V"	216.00	219.78	3.78	1.75
U3 "V"	218.00	216.59	-1.41	-0.65

2-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	420.00	396.70	-23.30	-5.55
W2 "W"	408.00	405.49	-2.51	-0.62
W3 "W"	420.00	413.19	-6.81	-1.62
I1 "A"	1.96	1.86	-0.10	-5.30
I2 "A"	1.96	1.88	-0.08	-4.08
I3 "A"	1.96	1.89	-0.07	-3.77
U1 "V"	216.00	218.35	2.35	1.09
U2 "V"	215.00	216.59	1.59	0.74
U3 "V"	217.50	215.27	-2.23	-1.03
3-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	620.00	606.59	-14.81	-1.79
W2 "W"	616.00	610.99	-5.01	-0.81
W3 "W"	630.00	624.18	-5.82	-0.92
I1 "A"	2.85	2.78	-0.07	-2.46
I2 "A"	2.80	2.82	0.02	0.71
I3 "A"	2.85	2.82	-0.03	-1.05
U1 "V"	215.00	218.13	3.13	1.46
U2 "V"	215.00	218.13	3.13	1.46
U3 "V"	218.00	216.59	-1.41	-0.65
4-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	828.00	813.19	-14.81	-1.79
W2 "W"	828.00	807.69	-20.31	-2.45
W3 "W"	846.00	852.55	6.55	0.77
I1 "A"	3.80	3.77	-0.03	-0.79
I2 "A"	3.80	3.74	-0.06	-1.58
I3 "A"	3.86	3.80	-0.06	-1.63
U1 "V"	216.50	214.18	-2.32	-1.07
U2 "V"	215.00	214.18	-0.82	-0.38
U3 "V"	218.50	219.89	1.39	0.64
5-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	1040.00	1052.75	12.75	1.23
W2 "W"	1040.00	1062.64	22.64	2.18
W3 "W"	1060.00	1071.43	11.43	1.08
I1 "A"	4.90	4.76	-0.14	-2.86
I2 "A"	4.90	4.86	-0.04	-0.82
I3 "A"	4.84	4.90	0.06	1.24
U1 "V"	216.00	217.80	1.80	0.83
U2 "V"	215.00	217.80	2.80	1.30
U3 "V"	218.00	220.66	2.66	1.22

6-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
	W1 "W"	1296.00	1305.50	9.50	0.73
	W2 "W"	1288.00	1282.42	-5.58	-0.43
	W3 "W"	1312.00	1300.00	-12.00	-0.91
	I1 "A"	5.90	5.85	-0.05	-0.78
	I2 "A"	5.90	5.92	0.02	0.37
	I3 "A"	5.98	5.98	0.00	0.00
	U1 "V"	220.00	219.34	-0.66	-0.30
	U2 "V"	218.00	219.34	1.34	0.61
	U3 "V"	222.00	220.77	-1.23	-0.55

7-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
	W1 "W"	1524.00	1529.67	5.57	0.37
	W2 "W"	1512.00	1513.19	1.49	0.08
	W3 "W"	1536.00	1550.55	14.55	0.95
	I1 "A"	6.94	7.00	0.06	0.86
	I2 "A"	6.94	6.97	0.03	0.43
	I3 "A"	7.00	6.99	-0.01	-0.14
	U1 "V"	220.00	220.11	0.11	0.05
	U2 "V"	218.00	220.11	2.11	0.97
	U3 "V"	222.00	221.76	-0.24	-0.11

8-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
	W1 "W"	1740.00	1756.00	16.00	0.92
	W2 "W"	1720.00	1740.66	20.66	1.20
	W3 "W"	1760.00	1794.50	34.50	1.96
	I1 "A"	7.90	8.03	0.13	1.65
	I2 "A"	7.90	8.09	0.19	2.41
	I3 "A"	8.00	8.10	0.10	1.25
	U1 "V"	219.00	219.34	0.34	0.16
	U2 "V"	218.00	219.01	1.01	0.46
	U3 "V"	221.00	220.77	-0.23	-0.10

9-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
	W1 "W"	1968.00	1998.90	30.90	1.57
	W2 "W"	1960.00	1995.60	35.60	1.82
	W3 "W"	1998.00	2030.77	32.77	1.64
	I1 "A"	8.96	9.14	0.18	2.01
	I2 "A"	8.96	9.00	0.04	0.45
	I3 "A"	8.98	9.00	0.02	0.22
	U1 "V"	218.50	220.10	1.60	0.73
	U2 "V"	221.00	221.76	0.76	0.34
	U3 "V"	218.00	217.80	-0.20	-0.09

10-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1	"W"	2240.00	2257.14	17.14	0.77
W2	"W"	2240.00	2250.55	10.55	0.47
W3	"W"	2288.00	2303.30	15.30	0.67
I1	"A"	9.74	9.60	-0.14	-1.44
I2	"A"	9.74	9.61	-0.13	-1.33
I3	"A"	9.74	9.60	-0.14	-1.44
U1	"V"	219.00	216.00	-3.00	-1.37
U2	"V"	218.00	216.15	-1.85	-0.85
U3	"V"	222.00	220.66	-1.34	-0.60

Carga inductiva pura

1-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1	"W"	10.00	8.79	-1.21	-12.10
W2	"W"	12.00	9.87	-2.11	-17.58
W3	"W"	20.00	16.48	-3.52	-17.60
I1	"A"	0.94	0.92	-0.02	-2.13
I2	"A"	0.94	0.91	-0.03	-3.19
I3	"A"	0.96	0.94	-0.02	-2.08
U1	"V"	220.00	221.87	1.87	0.85
U2	"V"	219.50	221.76	2.26	1.03
U3	"V"	223.00	222.20	-0.80	-0.36
2-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1	"W"	32.00	27.47	-4.53	-14.16
W2	"W"	36.00	31.87	-4.13	-11.47
W3	"W"	36.00	34.07	-1.93	-5.36
I1	"A"	1.92	1.86	-0.06	-3.12
I2	"A"	1.92	1.86	-0.06	-3.12
I3	"A"	1.92	1.87	-0.05	-2.60
U1	"V"	221.00	223.40	2.40	1.09
U2	"V"	221.00	223.40	2.40	1.09
U3	"V"	224.00	225.27	1.27	0.57
3-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1	"W"	56.00	53.85	-2.15	-3.84
W2	"W"	42.00	38.46	-3.54	-8.43
W3	"W"	46.00	42.86	-3.14	-6.83
I1	"A"	2.84	2.78	-0.06	-2.11
I2	"A"	2.82	2.75	-0.07	-2.48
I3	"A"	2.88	2.83	-0.05	-1.74

U1	"V"	220.00	217.80	-2.20	-1.00
U2	"V"	219.50	217.80	-1.70	-0.77
U3	"V"	222.00	219.56	-2.44	-1.10

4- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	76.00	73.63	-2.37	-3.12
W2	"W"	76.00	73.63	-2.37	-3.12
W3	"W"	71.60	68.13	-3.47	-4.85

I1	"A"	3.88	3.79	-0.09	-2.32
I2	"A"	3.84	3.73	-0.11	-2.86
I3	"A"	3.96	3.87	-0.09	-2.27

U1	"V"	221.00	225.27	4.27	1.93
U2	"V"	221.00	225.27	4.27	1.93
U3	"V"	224.00	223.08	-0.92	-0.41

5- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	110.00	107.69	-2.31	-2.10
W2	"W"	80.00	78.02	-1.98	-2.48
W3	"W"	80.00	78.02	-1.98	-2.48

I1	"A"	4.90	4.77	-0.13	-2.65
I2	"A"	4.88	4.77	-0.11	-2.25
I3	"A"	4.94	4.80	-0.14	-2.83

U1	"V"	221.00	219.34	-1.66	-0.75
U2	"V"	220.00	219.34	-0.66	-0.30
U3	"V"	224.00	221.21	-2.79	-1.25

Carga capacitiva pura

1- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W2	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W3	"W"	3.90	4.40	0.49	12.69

I1	"A"	1.10	1.05	-0.05	-4.55
I2	"A"	1.10	1.06	-0.04	-3.64
I3	"A"	1.10	1.08	-0.02	-1.82

U1	"V"	222.00	225.05	3.05	1.37
U2	"V"	221.00	225.05	4.05	1.83
U3	"V"	224.00	225.27	1.27	0.57

2- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W2	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W3	"W"	7.86	8.79	0.93	11.83

I1	"A"	2.20	2.15	-0.05	-2.27
I2	"A"	2.20	2.16	-0.04	-1.82
I3	"A"	2.20	2.16	-0.04	-1.82

U1	"V"	221.00	225.27	4.27	1.93
U2	"V"	221.00	222.20	1.20	0.54
U3	"V"	223.00	222.86	-0.14	-0.06

3- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W2	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W3	"W"	11.70	13.19	1.49	12.74

I1	"A"	3.30	3.19	-0.11	-3.33
I2	"A"	3.30	3.28	-0.02	-0.61
I3	"A"	3.37	3.32	-0.05	-1.48

U1	"V"	221.00	225.27	4.27	1.93
U2	"V"	221.00	225.27	4.27	1.93
U3	"V"	223.50	223.08	-0.42	-0.19

4- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W2	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W3	"W"	32.00	35.16	3.16	9.87

I1	"A"	4.40	4.39	-0.01	-0.23
I2	"A"	4.40	4.41	0.01	0.23
I3	"A"	4.40	4.41	0.01	0.23

U1	"V"	222.00	220.77	-1.23	-0.55
U2	"V"	221.00	220.99	-0.01	-0.00
U3	"V"	223.50	225.38	1.88	0.84

5- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W2	"W"	2.00	2.20	0.20	10.00
W3	"W"	13.40	15.38	1.98	14.78

I1	"A"	5.60	5.54	-0.06	-1.07
I2	"A"	5.60	5.61	0.01	0.18
I3	"A"	5.70	5.61	-0.09	-1.58

U1	"V"	221.00	225.10	4.10	1.86
U2	"V"	220.00	225.10	5.10	2.32
U3	"V"	223.00	225.27	2.27	1.02

6- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W2	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W3	"W"	22.40	26.37	3.97	17.72

I1	"A"	6.82	6.84	0.02	0.29
I2	"A"	6.80	6.96	0.16	2.35
I3	"A"	6.84	6.96	0.12	1.75

U1	"V"	221.70	222.86	1.16	0.52
U2	"V"	221.00	222.86	1.86	0.84
U3	"V"	224.00	221.21	-2.79	-1.25

7- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W2	"W"	0.00	0.00	0.00	-
W3	"W"	66.40	71.43	5.03	7.58

I1	"A"	8.00	8.21	0.21	2.63
I2	"A"	8.16	8.21	0.05	0.61
I3	"A"	8.00	8.22	0.22	2.75

U1	"V"	221.00	221.10	0.10	0.05
U2	"V"	221.00	221.20	0.20	0.09
U3	"V"	224.00	224.29	0.29	0.13

Carga RL factor de potência 0.894

1- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	450.00	445.10	-4.90	-1.09
W2	"W"	438.00	448.35	10.35	2.36
W3	"W"	442.00	450.00	8.00	1.81

I1	"A"	2.20	2.15	-0.05	-2.27
I2	"A"	2.20	2.17	-0.03	-1.36
I3	"A"	2.20	2.17	-0.03	-1.36

U1	"V"	218.20	218.90	0.70	0.32
U2	"V"	217.50	219.01	1.51	0.69
U3	"V"	220.00	219.89	-0.11	-0.05

2- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	906.00	890.11	-15.89	-1.75
W2	"W"	891.00	893.41	2.41	0.27
W3	"W"	900.00	895.10	-4.90	-0.54

I1	"A"	4.38	4.31	-0.07	-1.60
I2	"A"	4.38	4.31	-0.07	-1.60
I3	"A"	4.35	4.40	0.05	1.15

U1	"V"	218.50	218.90	0.40	0.18
U2	"V"	218.00	219.01	1.01	0.46
U3	"V"	220.50	220.11	-0.39	-0.18

3- Val. Lido Val. Regis. Er. Abso. Er. Rela.%

W1	"W"	1350.00	1343.41	-6.59	-0.49
W2	"W"	1338.00	1345.10	7.10	0.53
W3	"W"	1356.00	1358.24	2.24	0.17

I1	"A"	6.78	6.59	-0.19	-2.80
I2	"A"	6.81	6.61	-0.20	-2.94

I3 "A"	6.87	6.67	-0.20	-2.91
U1 "V"	218.50	216.04	-2.46	-1.13
U2 "V"	217.70	216.04	-1.66	-0.76
U3 "V"	220.50	219.45	-1.05	-0.48
4-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	1770.00	1786.81	16.81	0.95
W2 "W"	1770.00	1765.39	-4.61	-0.26
W3 "W"	1788.00	1791.76	3.76	0.21
I1 "A"	9.09	8.88	-0.21	-2.31
I2 "A"	9.09	9.09	0.00	0.00
I3 "A"	9.15	9.09	-0.06	-0.66
U1 "V"	218.50	219.01	0.51	0.23
U2 "V"	217.70	219.89	2.19	1.01
U3 "V"	220.50	220.11	-0.39	-0.18

Carga RL factor de potência 0.707

1-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	222.00	222.53	0.53	0.24
W2 "W"	222.00	225.82	3.82	1.72
W3 "W"	237.00	237.36	0.36	0.15
I1 "A"	1.40	1.36	-0.04	-2.86
I2 "A"	1.38	1.34	-0.04	-2.90
I3 "A"	1.40	1.37	-0.03	-2.14
U1 "V"	218.00	217.03	-0.97	-0.44
U2 "V"	217.00	217.03	0.03	0.01
U3 "V"	220.00	216.04	-3.96	-1.80
2-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	458.00	450.00	-8.00	-1.75
W2 "W"	456.00	461.54	5.54	1.21
W3 "W"	456.00	468.13	12.13	2.66
I1 "A"	2.80	2.73	-0.07	-2.50
I2 "A"	2.77	2.71	-0.06	-2.17
I3 "A"	2.80	2.72	-0.08	-2.86
U1 "V"	218.20	219.89	1.69	0.77
U2 "V"	217.00	219.78	2.78	1.28
U3 "V"	220.00	217.03	-2.97	-1.35
3-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	686.00	677.47	-8.53	-1.24
W2 "W"	684.00	687.36	3.36	0.49

W3 "W"	696.00	697.25	1.25	0.18
I1 "A"	4.20	4.11	-0.09	-2.14
I2 "A"	4.14	4.12	-0.02	-0.48
I3 "A"	4.24	4.12	-0.12	-2.38
U1 "V"	218.80	217.03	-1.77	-0.81
U2 "V"	216.70	216.04	-0.66	-0.30
U3 "V"	220.00	217.80	-2.20	-1.00

4-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	926.00	908.24	-17.76	-1.92
W2 "W"	918.00	923.08	5.08	0.55
W3 "W"	930.00	936.26	6.26	0.67
I1 "A"	5.68	5.52	-0.16	-2.82
I2 "A"	5.65	5.49	-0.16	-2.83
I3 "A"	5.73	5.63	-0.10	-1.75
U1 "V"	217.50	216.04	-1.46	-0.67
U2 "V"	216.80	215.82	-0.98	-0.45
U3 "V"	220.20	220.66	0.46	0.21

Carga RL factor de potência 0.447

1-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	245.00	243.96	-1.04	-0.42
W2 "W"	238.00	235.71	-2.29	-0.96
W3 "W"	254.00	258.79	4.79	1.89
I1 "A"	2.15	2.10	-0.05	-2.33
I2 "A"	2.15	2.14	-0.01	-0.47
I3 "A"	2.15	2.14	-0.01	-0.47
U1 "V"	218.20	219.01	0.81	0.37
U2 "V"	216.40	219.01	2.61	1.21
U3 "V"	220.20	220.11	-0.09	-0.04

2-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	498.00	489.56	-8.44	-1.69
W2 "W"	484.00	473.08	-10.92	-2.26
W3 "W"	508.00	520.87	12.87	2.53
I1 "A"	4.40	4.28	-0.12	-2.73
I2 "A"	4.29	4.29	0.00	0.00
I3 "A"	4.44	4.34	-0.10	-2.25
U1 "V"	217.50	219.89	2.39	1.10
U2 "V"	216.20	219.78	3.58	1.66
U3 "V"	220.20	217.03	-3.17	-1.44

Carga RC factor de potência 0.876

1-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela.%
W1	"W"	426.00	428.57	2.57	0.60
W2	"W"	417.00	428.57	11.57	2.77
W3	"W"	432.00	440.11	8.11	1.88
I1	"A"	2.18	2.14	-0.04	-1.83
I2	"A"	2.18	2.17	-0.01	-0.46
I3	"A"	2.18	2.18	0.00	0.00
U1	"V"	218.50	216.04	-2.46	-1.13
U2	"V"	218.00	216.15	-1.85	-0.85
U3	"V"	220.00	219.45	-0.55	-0.25
2-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela.%
W1	"W"	858.00	848.90	-9.10	-1.06
W2	"W"	848.00	870.33	22.33	2.63
W3	"W"	872.00	896.70	24.70	2.83
I1	"A"	4.39	4.34	-0.05	-1.14
I2	"A"	4.35	4.27	-0.08	-1.84
I3	"A"	4.45	4.32	-0.13	-2.92
U1	"V"	218.20	220.11	1.91	0.88
U2	"V"	217.70	220.11	2.41	1.11
U3	"V"	220.00	217.03	-2.97	-1.35
3-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela.%
W1	"W"	1278.60	1277.47	-1.13	-0.09
W2	"W"	1278.00	1292.31	14.31	1.12
W3	"W"	1296.00	1318.68	22.68	1.75
I1	"A"	6.69	6.58	-0.11	-1.64
I2	"A"	6.68	6.55	-0.13	-1.95
I3	"A"	6.76	6.56	-0.20	-2.96
U1	"V"	218.00	217.03	-0.97	-0.44
U2	"V"	218.00	216.92	-1.08	-0.50
U3	"V"	220.00	217.80	-2.20	-1.00
4-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela.%
W1	"W"	1692.00	1710.99	18.99	1.12
W2	"W"	1698.00	1714.29	16.29	0.96
W3	"W"	1748.00	1795.06	47.06	2.69
I1	"A"	9.17	9.00	-0.17	-1.85
I2	"A"	9.00	9.09	0.09	1.00
I3	"A"	9.09	9.10	0.01	0.11

U1	"V"	218.00	215.93	-2.07	-0.95
U2	"V"	217.00	218.90	1.90	0.88
U3	"V"	220.00	220.77	0.77	0.35

Carga RC factor de potência 0.673

1-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1	"W"	210.00	206.04	-3.96	-1.89
W2	"W"	202.00	206.04	4.04	2.00
W3	"W"	220.00	224.18	4.18	1.90
I1	"A"	1.44	1.41	-0.03	-2.08
I2	"A"	1.43	1.42	-0.01	-0.70
I3	"A"	1.45	1.42	-0.03	-2.07
U1	"V"	217.00	218.90	1.90	0.88
U2	"V"	216.50	218.90	2.40	1.11
U3	"V"	220.00	219.89	0.11	0.05

2-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1	"W"	414.00	407.14	-6.86	-1.86
W2	"W"	414.00	408.79	-5.21	-1.26
W3	"W"	420.00	417.03	-2.97	-0.71
I1	"A"	2.88	2.80	-0.08	-2.78
I2	"A"	2.89	2.80	-0.09	-3.11
I3	"A"	2.89	2.80	-0.09	-3.11
U1	"V"	217.00	216.60	-0.40	-0.18
U2	"V"	216.50	217.03	0.53	0.24
U3	"V"	218.00	216.04	-1.96	-0.90

3-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1	"W"	633.00	618.13	-14.87	-2.35
W2	"W"	624.00	636.26	12.26	1.96
W3	"W"	645.00	656.04	11.04	1.71
I1	"A"	4.31	4.21	-0.10	-2.32
I2	"A"	4.29	4.21	-0.08	-1.86
I3	"A"	4.43	4.31	-0.12	-2.71
U1	"V"	216.50	216.59	0.09	0.04
U2	"V"	216.00	217.03	1.03	0.48
U3	"V"	218.00	216.04	-1.96	-0.90

4-		Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1	"W"	842.00	822.53	-19.47	-2.31
W2	"W"	840.00	829.12	-10.88	-1.30
W3	"W"	852.00	868.68	16.68	1.96
I1	"A"	5.83	5.67	-0.16	-2.74

I2 "A"	5.84	5.71	-0.13	-2.23
I3 "A"	5.86	5.73	-0.13	-2.22
U1 "V"	217.00	216.59	-0.41	-0.19
U2 "V"	216.50	216.59	0.09	0.04
U3 "V"	218.00	216.04	-1.96	-0.90

Carga RC factor de potência 0.414

1-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	204.00	206.04	2.04	1.00
W2 "W"	202.00	204.40	2.40	1.19
W3 "W"	207.00	209.34	2.34	1.13
I1 "A"	2.32	2.31	-0.01	-0.43
I2 "A"	2.32	2.31	-0.01	-0.43
I3 "A"	2.35	2.34	-0.01	-0.43
U1 "V"	216.00	219.01	3.01	1.39
U2 "V"	217.00	220.77	3.77	1.74
U3 "V"	219.00	220.77	1.77	0.81
2-	Val. Lido	Val. Regis.	Er. Abso.	Er. Rela. %
W1 "W"	423.00	415.38	-7.62	-1.80
W2 "W"	420.00	421.98	1.98	0.47
W3 "W"	452.00	461.54	9.54	2.11
I1 "A"	4.76	4.63	-0.13	-2.73
I2 "A"	4.71	4.64	-0.07	-1.49
I3 "A"	4.82	4.70	-0.12	-2.49
U1 "V"	217.00	216.04	-0.96	-0.44
U2 "V"	217.00	216.04	-0.96	-0.44
U3 "V"	220.00	219.01	-0.99	-0.45

CONCLUSÕES

Dos resultados de experimentação apresentados, podemos concluir que (dados os valores de fim de escala dos aparelhos de medida utilizados para comparação de valores) os módulos desenvolvidos para medida de potências, tensões e correntes, têm um bom comportamento.

POSSIBILIDADES E APLICAÇÕES DO SISTEMA

Na sequência do trabalho desenvolvido houve oportunidade

de publicar um artigo no " Caderno de Estudos de MÁQUINAS ELÉCTRICAS " nº 4 DEEC-FEUP 1992 e de participar com comunicações no ENDIEL 93 e nas 3as. JORNADAS HISPANO-LUSAS DE INGENIERIA ELÉCTRICA (BARCELONA 93), de que se apresentam cópias em anexo, textos estes onde as possibilidades e aplicações do sistema são evidenciadas.

Porto e ISR 1993

João Pedro Ventura Alen do Id

ANEXO



DATAMAQ SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS PARA ENSAIO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

João Alves do Vale
(Engenheiro Electrotécnico)

A. Fernandes Costa
(Professor Auxiliar)
Núcleo de Estudos de Máquinas Eléctricas

DEEC — Faculdade de Engenharia
Universidade do Porto

A experimentação em plataforma de ensaios, com vista à obtenção ou confirmação de características, é uma exigência corrente em indústrias de máquinas eléctricas, quer para dar satisfação a imperativos regulamentares a que os equipamentos fabricados devem obedecer ou a solicitações de clientes, quer ainda como processo associado ao sistema de controlo de qualidade a que os mesmos equipamentos são sujeitos. Embora dependente da natureza dos ensaios a realizar, aquela prática, além de necessitar de espaço físico e de sistemas de alimentação e, eventualmente, de carga próprios, torna indispensável o recurso a meios de medida adequados. Estes meios deverão permitir a medida de todas as grandezas relevantes para o fim em vista, com níveis de precisão apropriados. Neste contexto, no decurso de um ensaio é vulgar utilizar-se diversa aparelhagem de medida (analógica ou digital) e proceder-se a séries de leituras e seu registo, habitualmente, em folhas de ensaio. Estes dados serão guardados ou tratados à posteriori por forma a proporcionarem outra informação desejada.

Sendo este um procedimento habitual em laboratórios de ensaios, surge outra alternativa, hoje em expansão, que consiste no recurso a sistemas integrados e automáticos de leitura, registo e tratamento de dados que, além de satisfazerem os objectivos básicos de todo o sistema de medida, oferecem, ainda, uma facilidade e uma comodidade de utilização muito superiores aos proporcionados pelo sistema de medida clássico antes aludido. Além de todo o processo de medida e registo decorrer praticamente sem a intervenção do operador, o que se reveste do maior interesse por evitar todo o tipo de erros de origem humana, torna-se extremamente fácil o tratamento e análise de resultados e a elaboração de relatórios acerca dos mesmos. Dado que o sistema de medida se desenvolve em torno de um sistema informático, torna-se ainda extremamente fácil formar, ao longo do tempo, uma "biblioteca" completa e de consulta simples, relativa a todos os ensaios realizados.

No presente texto pretende-se dar notícia do desenvolvimento de um sistema deste segundo tipo, o qual resulta de um trabalho iniciado no âmbito da disciplina de Seminários/Projectos do 5º ano da Licenciatura em Engenharia Electrotécnica e de Computadores da FEUP e ainda em fase desenvolvimento no âmbito de um estágio apoiado pela FEUP e pelo Polo do Porto do ISR - Instituto de Sistemas e Robótica. O sistema possui um conjunto de características que se descrevem e que o tornam especialmente adequado à utilização em laboratórios de máquinas eléctricas, como se ilustra com um exemplo relativo a transformadores de potência.

Sistema DATAMAQ

Trata-se de um sistema de aquisição, registo e tratamento de dados, denominado *DATAMAQ*, composto por uma consola de interfaces (TCS - unidade de tratamento e condicionamento de sinal) e por um pacote de "software" para ambiente MSDOS. O sistema foi desenvolvido para ligação a uma placa AD/DA de 12 BIT para PC e para ser usado no ensaio de máquinas eléctricas ou outras aplicações a desenvolver.

Limites de tensão e corrente

Limite de corrente - 5 A

Limite de tensão - 450 V

Para intensidades de corrente superiores deverão ser utilizados T.I.s.

Para tensões superiores deverão ser utilizados T.T.s.

Para utilização em sistemas polifásicos, em virtude das massas das diferentes interfaces ser comum, é sempre necessária a utilização de T.I.s.

Utilização do sistema DATAMAQ

O sistema permite ler tensões, intensidades de corrente e potências activas, reactivas e aparentes em sistemas monofásicos ou trifásicos, bem como velocidade de rotação de veios de máquinas rotativas e temperatura em vários pontos de máquinas eléctricas. Para o efeito, e no estado de desenvolvimento actual do "software", existe um conjunto de canais pré-configurados para realização de medidas de grandezas eléctricas, encontrando-se os restantes libertos para leitura de grandezas não eléctricas ou para expansão do sistema.

No sistema *DATAMAQ*, por se destinar exclusivamente a aplicações onde as grandezas a registar se encontram estabilizadas ou a sua variação é lenta (grande parte dos ensaios a que se sujeitam as máquinas eléctricas), as leituras podem fazer-se em uma só vez ou periodicamente, com intervalos que vão desde 1 segundo a 24 horas. Neste processo, a intervenção do operador fica limitada à escolha, em menus hierarquizados, da configuração e das opções pretendidas.

Os dados resultantes das leituras são, automaticamente, guardados em ficheiros próprios, passíveis de manipulação futura para tratamento e análise de resultados.

Utilização do DATAMAQ no ensaio de transformadores de potência

O ensaio de transformadores de potência constitui um campo para aplicação possível do sistema *DATAMAQ*. A partir de um ensaio em carga de um transformador, através da medida das diferentes tensões primárias e secundárias, respectivas correntes e potências, fácil se torna obter várias informações de relevo como o são a característica externa, a característica de rendimento e a própria regulação para o factor de potência correspondente ao ensaio. Também um ensaio de aquecimento pode ser realizado de acordo com os procedimentos regulamentares, com a vantagem de poderem, simultaneamente e sem complicação expressiva, ser medidas as temperaturas em vários pontos da máquina ensaiada desde que se disponham de sondas térmicas aí localizadas. A evolução no tempo dessas temperaturas pode mesmo ser observada em tempo real através de gráficos que podem ser visualizados em ecrã.

Outro campo de aplicação é ilustrado com a Fig.1 e refere-se aos ditos ensaios económicos de transformadores (ensaio em vazio, correspondendo à figura, e ensaio em curto-circuito). Aqui a utilização do *DATAMAQ*, além de permitir uma grande facilidade e comodidade de

leitura, oferece a possibilidade de rapidamente se dispor de relatórios de ensaio com indicação das diferentes grandezas relevantes para o mesmo. Permite-se ainda que, imediatamente, sejam calculados os parâmetros do modelo equivalente do transformador ensaiado e que, a partir deste, se proceda à determinação das características de funcionamento em carga da máquina, por exemplo.

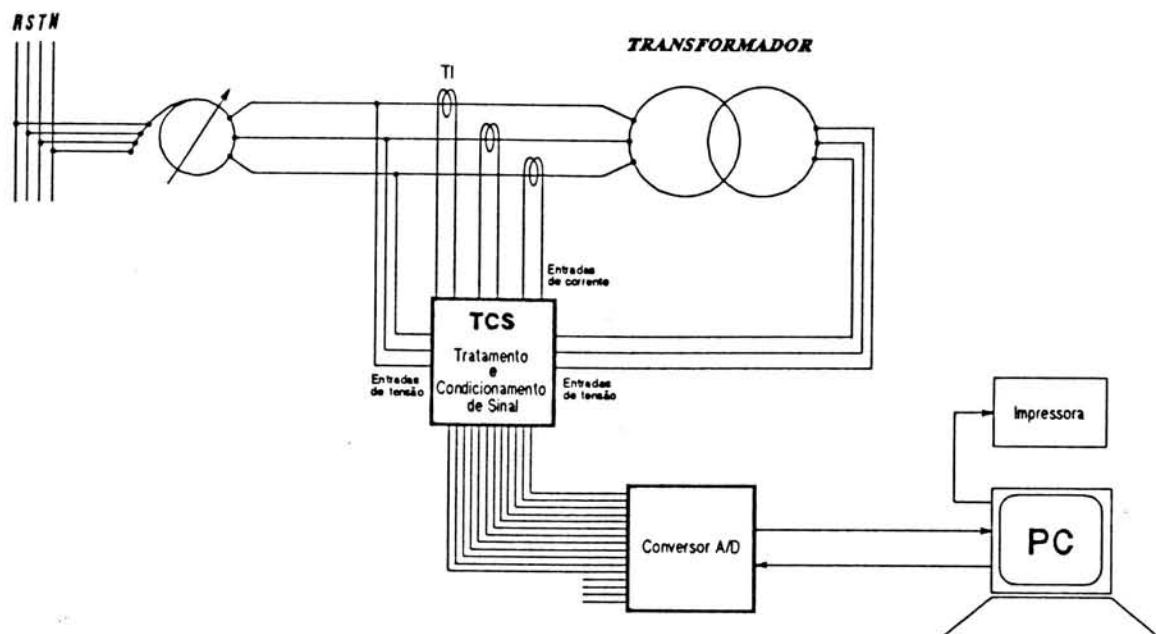


Fig.1 Exemplo de aplicação do sistema *DATAMAQ* no ensaio em vazio de um transformador de potência

Para concluir esta apresentação, resta assinalar que o sistema tem vindo a ser testado com carácter sistemático no Laboratório de Máquinas Eléctricas 2 da FEUP, tendo os resultados até agora obtidos demonstrado a sua funcionalidade e aplicabilidade a múltiplas situações de grande interesse prático que ultrapassam largamente as que aqui se descreveram e que se pensam explorar no futuro.

- X - X - X -

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DATAMAQ

João Alves do Vale¹
Amandio Morim da Silva²
Artur Fernandes Costa³

Instituto de Sistemas e Robótica
Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto
Rua dos Bragas - 4099 Porto Codex - PORTUGAL

RESUMO:

A utilização de sistemas integrados de medida com facilidades de tratamento e análise imediata de resultados tem vindo a aumentar, em virtude das facilidades que estes proporcionam em relação às soluções clássicas. Esses sistemas apresentam no entanto um custo que, para muitos casos, constitui um forte desincentivo à sua compra e instalação.

Na presente Comunicação noticia-se o desenvolvimento de um sistema daquele tipo, destinado a ser aplicado na área da Electrotecnia, concretamente, na sua vertente de Energia. O sistema, concebido por forma a possuir um baixo custo, é descrito em termos da sua constituição, das suas possibilidades e dos seus campos de aplicação preferenciais. Sob este último ponto de vista, descrevem-se algumas aplicações interessantes no âmbito dos ensaios de máquinas eléctricas estáticas e rotativas e enumeraram-se outras onde se espera o sistema venha a ser utilizável no futuro.

¹ Licenciado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores (FEUP)
Estagiário do Instituto de Sistemas e Robótica (Pólo do Porto)

² Professor Associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Membro e Investigador do ISR-Instituto de Sistemas e Robótica (Grupo de Máquinas Eléctricas - Pólo do Porto).

³ Professor Auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Membro e Investigador do ISR-Instituto de Sistemas e Robótica (Grupo de Máquinas Eléctricas - Pólo do Porto).

SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DATAMAQ

João Alves do Vale
(Engenheiro Electrotécnico)

A. Fernandes Costa
(Professor Auxiliar)

Instituto de Sistemas e Robótica
Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto
Rua dos Bragas - 4099 Porto Codex - PORTUGAL

1. INTRODUÇÃO

A experimentação em plataforma de ensaios, com vista à obtenção ou confirmação de características, é uma exigência corrente em indústrias de material eléctrico, quer para dar satisfação a imperativos regulamentares a que os equipamentos fabricados devem obedecer ou a solicitações de clientes, quer ainda como processo associado ao sistema de controlo de qualidade a que os mesmos equipamentos são sujeitos. Embora dependente da natureza dos ensaios a realizar, aquela prática, além de necessitar de espaço físico e de sistemas de alimentação e, eventualmente, de carga próprios, torna indispensável o recurso a meios de medida adequados. Estes meios deverão permitir a medida de todas as grandezas relevantes para o fim em vista, com níveis de precisão apropriados. Neste contexto, no decurso de um ensaio é vulgar utilizar-se diversa aparelhagem de medida (analógica ou digital) e proceder-se a séries de leituras e seu registo, habitualmente, em folhas de ensaio. Estes dados serão guardados ou tratados à posteriori por forma a proporcionarem outra informação desejada.

Sendo este um procedimento habitual em laboratórios de ensaios, surge outra alternativa, hoje em expansão, que consiste no recurso a sistemas integrados e automáticos de leitura, registo e tratamento de dados que, além de satisfazerem os objectivos básicos de todo o sistema de medida, oferecem uma facilidade e uma comodidade de utilização muito superiores aos proporcionados pelo sistema de medida clássico, antes aludido. Além de todo o processo de medida e registo decorrer praticamente sem a intervenção do operador, o que se reveste do maior interesse por evitar todo o tipo de erros de origem humana, torna-se extremamente fácil o tratamento e a análise de resultados bem como a elaboração de relatórios acerca dos mesmos. Dado que o sistema de medida se desenvolve em torno de um sistema informático, torna-se ainda extremamente fácil formar, ao longo do tempo, uma "biblioteca" completa e de consulta simples, relativa a todos os ensaios realizados.

Sendo vantajosa a aplicação desta nova filosofia em processos de medida, o custo dos equipamentos disponíveis actualmente no mercado revela-se muitas vezes suficientemente elevado para desincentivar a sua compra e instalação.

Conscientes destes factos, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e no âmbito de um projecto apoiado por essa Escola e pelo Pólo do Porto do ISR-Instituto de Sistemas e

Robótica (Grupo de Máquinas Eléctricas), tem-se vindo a desenvolver um sistema destinado a concorrer em termos de custo e de possibilidades técnicas com outros equipamentos similares. O sistema, denominado DATAMAQ, encontra-se actualmente em fase de protótipo no que toca à sua componente de "hardware" e em fase de desenvolvimento inicial na sua componente de "software" e tem vindo a ser submetido a um programa de testes a fim de avaliar a suas reais qualidades e possibilidade da sua melhoria.

Na presente Comunicação descrever-se-á o sistema DATAMAQ quer nas suas componentes constitutivas física e lógica quer nas suas principais características e nos seus potenciais campos de aplicação.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DATAMAQ

O sistema DATAMAQ é um sistema de aquisição de dados concebido e desenvolvido tendo em vista a leitura, registo e, posterior, tratamento de grandezas eléctricas, mecânicas e térmicas.

Para tal, o sistema é composto de uma consola de interfaces (TCS) para tratamento e condicionamento de sinais, com vista à medida de potências, tensões e correntes em sistemas eléctricos monofásicos ou trifásicos, bem como, de velocidades de rotação e temperaturas. Dado que o sistema foi desenvolvido para ligação a uma placa de conversão AD/DA de 12 bit para PC compatível, os sinais de saída de tal consola são analógicos.

O sistema, que é ainda composto por um pacote de "software" para utilização em ambiente MSDOS, foi inicialmente pensado para vir a ser utilizado como sistema de medida em ensaio de máquinas eléctricas.

Embora numa fase de protótipo e testes, o sistema apresentou já bons resultados no que respeita a precisão na medida de grandezas eléctricas. Para aferição dessa característica têm vindo a comparar-se os resultados de aquisição automática efectuada com o sistema com aqueles que se obtêm com equipamento convencional de classe de precisão 0.5 e superior.

2.1. "Hardware"

Como se referiu anteriormente, os sinais de saída das interfaces são sinais analógicos, no caso, sinais contínuos de valor proporcional à grandeza a medir. Para esse efeito, as interfaces de potência foram construídas tendo como base multiplicadores de quatro quadrantes, as de tensão e corrente com base em CIs específicos para transformação de sinais alternados em contínuos de amplitudes proporcionais e as de velocidade de rotação em CIs de transformação frequência-tensão contínua. As interfaces para leitura de temperatura baseiam-se na utilização de termopares associados a amplificadores de ganho ajustável que debitam um sinal que não excede os limites do nível máximo do sinal de entrada da placa de conversão utilizada, que no caso é de 9 Volt.

2.2. "Software"

O componente lógico do sistema DATAMAQ é ^{constituído} presentemenet por um pacote de "software" que permite controlar

ou programar todo o processo de leitura de dados, bem como, promover o seu registo em disco magnético do computador onde estiver a ser utilizado, a fim de, tais dados, poderem ser analisados à posteriori.

A aquisição de dados pode ser feita com periodicidade fixada pelo utilizador, ao longo de um período de tempo que também pode ser ajustado, ou numa única vez. O tipo e número de grandezas a adquirir, apesar de algumas restrições impostas pelo bloco de interfaces, pode também ser fixado por este programa. Os dados obtidos são automaticamente armazenados em ficheiros próprios de nome decidido pelo utilizador e extensões identificadoras da grandeza a que se referem.

Na forma presente, o sistema contempla ainda a possibilidade de visualizar os resultados obtidos em ecrã, bem como permite a impressão de relatórios acerca dos mesmos.

No seu desenvolvimento futuro, pensa-se dotar o sistema de blocos de visualização gráfica dos resultados, em tempo real ou diferido, bem como, de blocos destinados à análise e tratamento posterior desses resultados. Estas facilidades contemplarão a configuração básica do sistema mas, além delas, está prevista a possibilidade de serem criadas outras, destinadas a dar satisfação a exigências decorrentes de aplicações específicas ainda não devidamente ponderadas. A intenção desta opção de desenvolvimento gradual é a de permitir definir sempre "soluções por medida" para cada caso concreto em que o DATAMAQ venha a ser aplicado.

Com estes desenvolvimentos prevê-se que o sistema venha a possuir uma estrutura como a que se mostra na Fig.1.

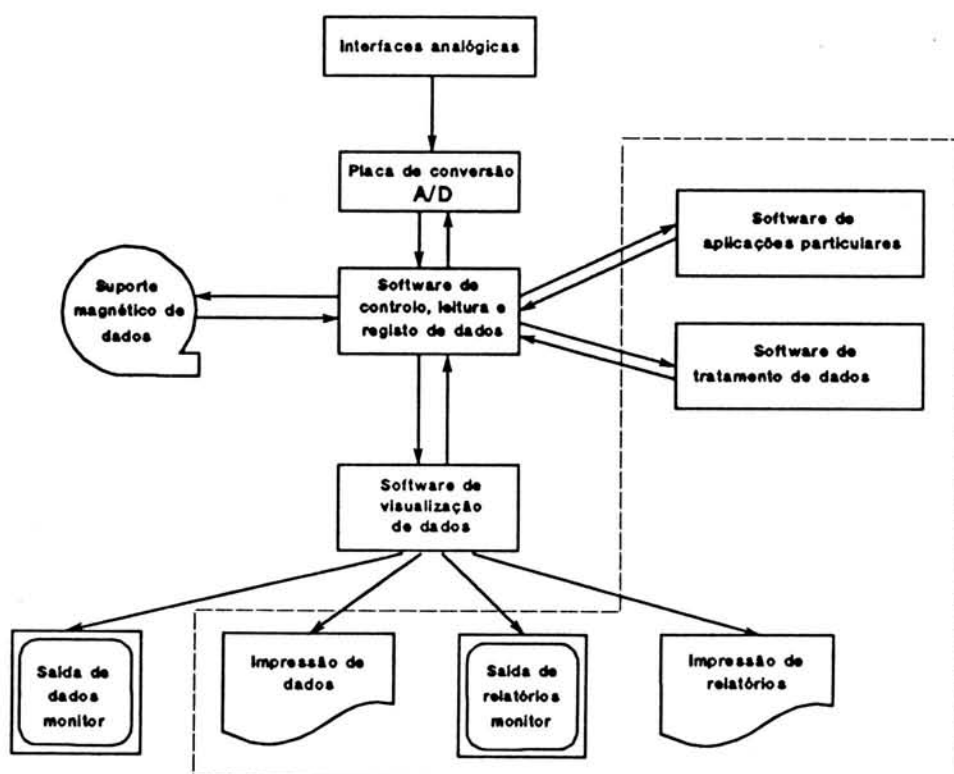


Fig.1 Estrutura do sistema DATAMAQ
(dentro da área tracejada, blocos em desenvolvimento ou a desenvolver)

2.3. Limites de utilização do sistema

A consola de interfaces para tratamento e condicionamento de sinal impõe algumas limitações na medida de tensões e correntes, fixando o valor eficaz máximo das primeiras a 450V e o das segundas a 5A. Estas limitações são no entanto retiradas quando, ao sistema, são acoplados transformadores de tensão e/ou de corrente apropriados. Os transformadores de intensidade são mesmo indispensáveis no caso de medidas em sistemas polifásicos, por se tornar necessário promover um isolamento, relativamente ao sistema de grandezas a medir, da massa da consola, que é comum à várias interfaces.

Na medida de velocidade de rotação ou de temperatura não existem quaisquer limitações práticas impostas pelo sistema.

3. APLICAÇÕES DO SISTEMA DATAMAQ

Do que antes se disse, infere-se que o campo de aplicação do sistema DATAMAQ é bastante vasto. Apesar disso deve-se ter presente que as atenções inicialmente colocadas no seu desenvolvimento se centravam numa utilização ao nível de laboratórios de máquinas eléctricas. Por isso, será neste campo que se espera o sistema venha a apresentar melhor adaptação e maiores vantagens.

3.1. Ensaio de máquinas eléctricas

Neste domínio concreto, o ensaio de transformadores de potência constitui um sector onde a aplicação do sistema se pode mostrar vantajosa, quer ao nível dos habituais ensaios económicos (em vazio e em curto-circuito), quer em ensaios em carga ou de aquecimento, para citar alguns dos mais importantes e onde a componente de medida é mais necessária (e repetitiva). Tomando o caso de um ensaio em carga de um transformador, através da medição das diferentes tensões primárias e secundárias e respectivas correntes e potências, fácil se torna obter várias informações de relevo para a máquina, como o são a característica externa, a característica de rendimento e a própria regulação do transformador para o factor de potência correspondente ao seu ensaio. Também o ensaio de aquecimento de transformadores pode ser realizado de acordo com os procedimentos regulamentares, com a vantagem de poderem, simultaneamente e sem complicação expressiva, ser medidas as temperaturas em vários pontos de cada máquina ensaiada, desde que se disponham de sondas térmicas aí localizadas. A evolução no tempo dessas temperaturas pode mesmo ser observada em tempo real através de gráficos que podem ser mostrados pelo sistema.

No caso dos ensaios económicos de um transformador, a utilização do DATAMAQ, além de permitir uma grande facilidade e comodidade de leitura por parte do utilizador, oferece a possibilidade de, rapidamente, se dispor de relatórios de ensaio com indicação das diferentes grandezas relevantes para o mesmo (esta possibilidade é, aliás, extensível a todas as outras situações onde se utilize o sistema). Permite-se ainda que, imediatamente, sejam calculados os parâmetros do modelo equivalente do transformador ensaiado e que, a partir deste, se proceda à previsão das características de funcionamento em carga

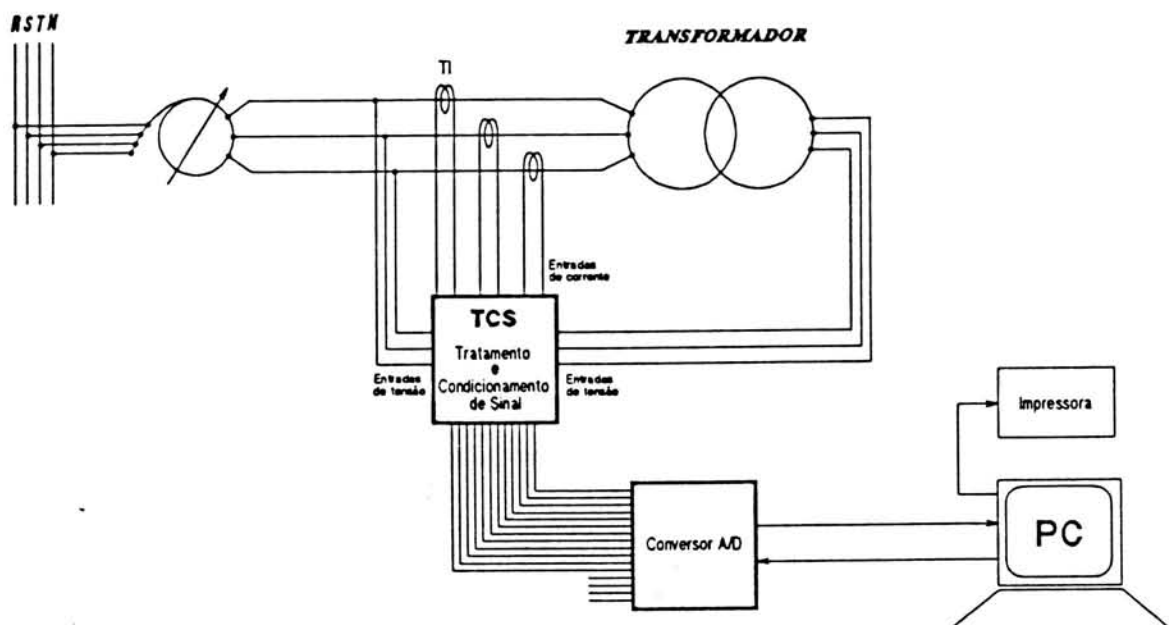


Fig.1 Exemplo de aplicação do sistema DATAMAQ no ensaio em vazio de um transformador de potência

da máquina, por exemplo.

Na Fig.2 ilustra-se a utilização do sistema DATAMAQ na realização de um ensaio em vazio de um transformador trifásico.

Mas se a utilização do DATAMAQ se pode mostrar vantajosa no ensaio de máquinas eléctricas estáticas, o mesmo acontece se pensarmos nos ensaios de máquinas eléctricas rotativas (motores ou geradores). Concretamente ao nível dos ensaios em carga de tais máquinas, podem ser obtidas as suas diferentes características envolvendo grandezas não só eléctricas mas também mecânicas, porque o sistema oferece já a possibilidade de medir velocidades de rotação e, mediante o emprego de sensores apropriados e a utilização de canais livres da placa de conversão AD, pode também aceder-se ao binário. Assim como nos casos anteriores, estas características podem imediatamente ser visualizadas e ser objecto de relatório impresso, se e quando entendido necessário.

3.2. Outras aplicações

Outras aplicações possíveis do sistema relacionam-se com a monitorização do comportamento de máquinas eléctricas quando em serviço ou de instalações eléctricas industriais quaisquer. Mediante o desenvolvimento de "software" apropriado, também fica ao alcance do sistema a realização de auditorias energéticas a essas mesmas instalações.

Dado que o sistema integra já um elemento inteligente e desde que a placa de conversão AD possua saídas apropriadas, ele pode também ser empregue na proteção de partes de instalações eléctricas que justifiquem um tratamento especial (caso de grandes motores, por exemplo), com a vantagem de, mediante uma programação adequada, poder adaptar-se sempre às exigências da instalação visada bem como adaptar-se a instalações com características diferentes. Se se introduzir um elemento

inteligente e programável ao nível da consola de interfaces, as mesmas vantagens e possibilidades ficam disponíveis sem a necessidade de saídas especiais da placa AD.

4. SÍNTESE

A utilização de sistemas integrados de medida com facilidades de tratamento e análise imediata de resultados tem vindo a aumentar, em virtude das facilidades que estes sistemas proporcionam em relação às soluções clássicas.

Na presente Comunicação noticiou-se o desenvolvimento (ainda parcial) de um sistema daquele tipo, destinado a ser aplicado na área da Electrotecnia, concretamente, na sua vertente de Energia. O sistema, concebido por forma a possuir um baixo custo, foi descrito em termos da sua constituição, das suas possibilidades e dos seus campos de aplicação preferenciais. Sob este último ponto de vista, descreveram-se algumas aplicações interessantes no âmbito dos ensaios de máquinas eléctricas estáticas e rotativas e enumeraram-se outras onde se espera o sistema venha a ser utilizável no futuro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] João Alves do Vale e A. Fernandes Costa: "DATAMAQ - Sistema de aquisição de dados para o ensaio de máquinas eléctricas", Cadernos de Estudos de Máquinas Eléctricas, nº.4, pp.47-49, FEUP, Porto, 1992.
- [2] João Pedro Ventura Alves do Vale: "Manual de Utilização do Sistema de Aquisição e Registo de Dados "DATAMAQ"", FEUP, Porto, 1992.
- [3] João Alves do Vale, A. Morim Silva e A. Fernandes Costa: "DATAMAQ - Um sistema de baixo custo para aquisição, registo e tratamento de dados", Comunicação submetida para apresentação nas 2.ªs Jornadas Hispano-Lusas de Ingeniería Eléctrica, Barcelona, 1993.

DATAMAQ - UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA AQUISIÇÃO, REGISTO E TRATAMENTO DE DADOS

João Alves do Vale

(Eng^o. Electrotécnico)
e de Computadores

A. Morim Silva

(Professor Associado)

A. Fernandes Costa

(Professor Auxiliar)

Instituto de Sistemas e Robótica

Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Faculdade de Engenharia — Universidade do Porto

Rua dos Bragas, P-4099 PORTO Codex

PORTUGAL

RESUMO

Na presente comunicação apresenta-se, descreve-se e exemplifica-se a utilização de um sistema integrado de leitura, registo e tratamento de dados de baixo custo, de arquitetura modular, para ligação a microcomputador compatível. Além do factor económico, o sistema oferece um grande leque de outras vantagens relativamente a sistemas convencionais de medida, das quais se salientam uma grande facilidade de utilização e a eliminação de erros de natureza humana, além da possibilidade oferecida de imediatamente ser permitido o tratamento e a análise dos dados recolhidos.

O sistema, que se apresenta ainda numa fase de protótipo, vem sendo experimentado em laboratório, mostrando boas características de precisão de medidas bem como aptidão à utilização como sistema de apoio à realização de todo o tipo de ensaios de máquinas eléctricas ou na realização de auditorias energéticas a instalações eléctricas. Estas funções são ilustradas no texto.

1. INTRODUÇÃO

A experimentação em plataforma de ensaios, com vista à obtenção ou confirmação de características, é uma exigência corrente em indústrias de material eléctrico, quer para dar satisfação a imperativos regulamentares a que os equipamentos fabricados devem obedecer ou a solicitações de clientes, quer ainda como processo associado ao sistema de controlo de qualidade a que os mesmos equipamentos são sujeitos. Embora dependente da natureza dos ensaios a realizar, aquela prática, além de necessitar de espaço físico e de sistemas de alimentação e, eventualmente, de carga próprios, torna indispensável o recurso a meios de medida adequados. Estes últimos deverão permitir a medida de todas as grandezas relevantes para o fim em vista, com níveis de precisão apropriados.

Também o custo crescente das diferentes formas de energia leva a que, cada vez com mais frequência, os responsáveis pela exploração e condução de unidades industriais sintam a necessidade de diminuir a sua factura energética e de levar à prática auditorias e programas que visem a racionalização de consumos de energia eléctrica nas suas instalações. Nestes casos, quer ainda numa fase de recolha de dados acerca do estado da instalação em análise, quer, depois, como forma de controlar e acompanhar o desenrolar dos programas que tais auditoria possam aconselhar, surge a necessidade de proceder à medição de numerosas grandezas eléctricas. Como antes, também aqui a utilização de aparelhagem

de medida adequada se torna obrigatória.

Mas sendo assim e pretendendo dar satisfação às suas necessidades no domínio da medida, uma pequena ou média empresa terá que considerar o custo dos equipamentos de medida exigidos, que é fatalmente elevado quando se recorre à aparelhagem actualmente existente no mercado. E isto, independentemente de se recorrer a sistemas convencionais de medida (analógicos ou digitais) ou aos sistemas integrados presentemente disponíveis. Tal facto constitui habitualmente um forte desincentivo à compra e instalação desses mesmos equipamentos nas indústrias, com as consequências negativas em termos do desenvolvimento de políticas de qualidade por parte das mesmas, no primeiro caso acima referido, e de aproveitamento eficiente de energia, no segundo.

Atentos a estes factos, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e no âmbito de um projecto apoiado pela Escola e pelo Pólo do Porto do ISR-Instituto de Sistemas e Robótica (Grupo de Máquinas Eléctricas), tem-se vindo a desenvolver um sistema destinado a concorrer, em termos de custo e de possibilidades técnicas, com outros equipamentos similares para fins de medida. O sistema, denominado DATAMAQ, encontra-se actualmente em fase de protótipo no que toca à sua componente de "hardware" e em fase de desenvolvimento inicial na sua componente de "software" e tem vindo a ser submetido a um programa de testes a fim de avaliar a suas reais qualidades e possibilidade da sua melhoria.

Na presente Comunicação descrever-se-á esse sistema nas suas componentes constitutivas física e lógica, bem como se referirão as suas principais características e os seus potenciais campos de aplicação.

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DATAMAQ

O sistema DATAMAQ é um sistema de aquisição de dados concebido e desenvolvido tendo em vista a leitura, registo e, posterior, tratamento de grandezas eléctricas, mecânicas e térmicas.

Para tal, o sistema é composto de uma consola de interfaces (TCS) para tratamento e condicionamento de sinais, com vista à medida de potências, tensões e correntes em sistemas eléctricos monofásicos ou trifásicos, bem como, de velocidades de rotação e temperaturas. Dado que o sistema foi desenvolvido para ligação a uma placa de conversão AD/DA de 12 bit para PC compatível, os sinais de saída de tal consola são analógicos, de amplitudes proporcionais aos sinais a medir.

O sistema, que é ainda composto por um pacote de "software" para utilização em ambiente MSDOS, foi inicialmente pensado para vir a ser utilizado como sistema de medida em ensaio de máquinas eléctricas embora possua outras aplicações que se enumerarão mais adiante.

Ainda numa fase de protótipo e testes, o sistema apresentou já bons resultados no que respeita a precisão na medida de grandezas eléctricas, dentro dos limites da sua boa utilização (adiante referidos) e independentemente do tipo de carga (factor de potência) utilizada. Para aferição dessa característica têm vindo a comparar-se os resultados de aquisição automática efectuada com o sistema com aqueles que se obtêm com equipamento convencional de classe de precisão 0.5, verificando-se que todas

as medidas obtidas se situam dentro de uma gama máxima do erro absoluto máximo permitido para os aparelhos de referência em causa, o que, aliado ao facto de os valores de fim de escala dos módulos de interface serem praticamente duplos dos valores de fim de escala dos aludidos aparelhos de referência utilizados, nos leva a poder afirmar com uma elevada margem de confiança que a "classe de precisão" do sistema DATAMAQ será superior a 0,5.

2.1. Condicionantes económicas ao projecto do sistema

Inicialmente pensado para ser usado com fins didácticos no Laboratório de Máquinas Eléctricas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e, como tal, vir a ser manipulado por alunos ainda com pouca experiência de utilização de aparelhagem de medida, o que poderia ser fonte de danos no conjunto de interfaces, este sistema requeria, por um lado, um baixo custo de cada interface e, por outro, ser um conjunto modular com vista à sua fácil reparação e manutenção.

Tendo em conta estas condicionantes, o projecto encaminhou-se no sentido da simplicidade do "hardware", sem perda de qualidade no desempenho do sistema. Desta forma, o resultado conseguido consiste num equipamento com características semelhantes às de um analisador de energia, podendo mesmo tornarem-se superiores em termos de versatilidade e potencialidades na utilização mediante o desenvolvimento de "software" apropriado. Além disso, destaque-se que, mesmo utilizando um microcomputador compatível, o sistema completo poderá ter um custo que se deve situar entre 50% e 80% do custo de um sistema comercial equivalente.

2.2. "Hardware"

Como se referiu anteriormente, os sinais de saída das interfaces são sinais analógicos, no caso, sinais contínuos de amplitude proporcional à grandeza a medir. Para esse efeito, as interfaces de potência foram construídas tendo como base multiplicadores de quatro quadrantes, as de tensão e corrente com base em CIs específicos para transformação de sinais alternados em contínuos de amplitudes proporcionais e as de velocidade de rotação em CIs de transformação frequência-tensão contínua. As interfaces para leitura de temperatura baseiam-se na utilização de termopares associados a amplificadores de ganho ajustável que debitam um sinal que não excede os limites do nível máximo do sinal de entrada da placa de conversão utilizada, que no caso é de 9 Volt.

2.3. "Software"

O componente lógico do sistema DATAMAQ é constituído presentemente por um pacote de "software" que permite controlar ou programar todo o processo de leitura de dados, bem como, promover o seu registo em disco magnético do computador onde estiver a ser utilizado, a fim de, tais dados, poderem ser analisados à posteriori.

A aquisição de dados pode ser feita com periodicidade fixada pelo utilizador, ao longo de um período de tempo que também pode ser ajustado, ou numa única vez. O tipo e número de grandezas a

adquirir, apesar de algumas restrições impostas pelo bloco de interfaces, pode também ser fixado por este programa. Os dados obtidos são automaticamente armazenados em ficheiros próprios, com nome decidido pelo utilizador e extensões identificadoras da grandeza a que se referem.

Na forma presente, o sistema contempla ainda a possibilidade de visualizar os resultados obtidos em ecran, bem como permite a impressão de relatórios acerca dos mesmos.

No seu desenvolvimento futuro, pensa-se dotar o sistema de blocos de visualização gráfica dos resultados, em tempo real ou diferido, bem como, de blocos destinados à análise e tratamento posterior desses resultados. Estas facilidades contemplarão a configuração básica do sistema mas, além delas, está prevista a possibilidade de serem criadas outras, destinadas a dar satisfação a exigências decorrentes de aplicações específicas ainda não devidamente ponderadas. A intenção desta opção de desenvolvimento gradual do sistema é a de permitir definir sempre "soluções por medida" para cada caso concreto em que o DATAMAQ venha a ser aplicado.

Com estes desenvolvimentos prevê-se que o sistema venha a possuir uma estrutura como a que se mostra na Fig.1.

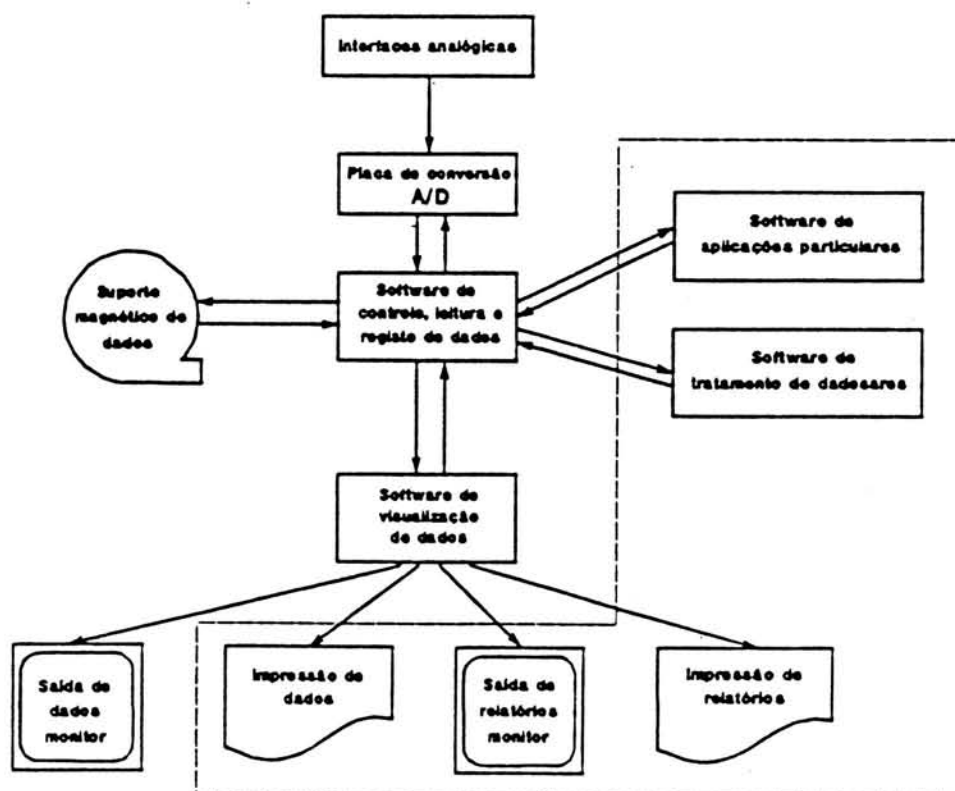


Fig.1 Estrutura do sistema DATAMAQ
(dentro do tracejado, blocos em desenvolvimento ou a desenvolver)

2.4. Limites de utilização do sistema

A consola de interfaces para tratamento e condicionamento de sinal impõe algumas limitações na medida de tensões e correntes, fixando o valor eficaz máximo das primeiras a 450V e o das

segundas a 5A. Estas limitações são no entanto retiradas quando, ao sistema, são acoplados transformadores de tensão e/ou de corrente (ou outros transdutores equivalentes) apropriados. Os transformadores de intensidade são mesmo indispensáveis no caso de medidas em sistemas polifásicos, por se tornar necessário promover um isolamento, relativamente ao sistema de grandezas a medir, da massa da consola, que é comum à várias interfaces.

Na medida de velocidade de rotação ou de temperatura não existem quaisquer limitações práticas impostas pelo sistema.

3. APLICAÇÕES DO SISTEMA DATAMAQ

Do que antes se disse, infere-se que o campo de aplicação do sistema DATAMAQ é bastante vasto. Apesar disso deve ter-se presente que as atenções inicialmente colocadas no seu desenvolvimento se centravam numa utilização ao nível de laboratórios de máquinas eléctricas. Por isso, será também neste campo que se espera o sistema venha a apresentar melhor adaptação e maiores vantagens.

3.1. Ensaio de máquinas eléctricas

Neste domínio concreto, podem considerar-se aplicações ao nível de laboratórios de ensino ou ao nível industrial.

O ensaio de transformadores de potência constitui um sector onde a aplicação do sistema se pode mostrar vantajosa, quer ao nível dos habituais ensaios económicos (em vazio e em curto-circuito), quer em ensaios em carga ou de aquecimento, para citar alguns dos mais importantes e onde a componente de medida é mais necessária (e repetitiva). Tomando o caso de um ensaio em carga de um transformador, através da medição das diferentes tensões primárias e secundárias e respectivas correntes e potências, fácil se torna obter várias informações de relevo para a máquina, como o são a característica externa, a característica de rendimento e a própria regulação do transformador para o factor de potência correspondente ao seu ensaio. Também o ensaio de aquecimento de transformadores pode decorrer de acordo com os procedimentos regulamentares, com a vantagem de poderem, simultaneamente e sem complicação expressiva, ser medidas as temperaturas em vários pontos de cada máquina ensaiada, desde que se disponham de sondas térmicas aí localizadas. A evolução no tempo dessas temperaturas pode mesmo ser observada em tempo real através de gráficos que podem ser mostrados pelo sistema.

No caso dos ensaios económicos de um transformador, a utilização do DATAMAQ, além de permitir uma grande facilidade e comodidade de leitura por parte do utilizador, oferece a possibilidade de, rapidamente, se dispor de relatórios de ensaio com indicação das diferentes grandezas relevantes para o mesmo (esta possibilidade é, aliás, extensível a todas as outras situações onde se utilize o sistema). Permite-se ainda que, imediatamente, sejam calculados os parâmetros do modelo equivalente do transformador ensaiado e que, a partir deste, se proceda à previsão das características de funcionamento em carga da máquina, por exemplo.

Na Fig.2 ilustra-se a utilização do sistema DATAMAQ na realização de um ensaio em vazio de um transformador trifásico.

Mas se a utilização do DATAMAQ se pode mostrar vantajosa no ensaio de máquinas eléctricas estáticas, o mesmo acontece se pensarmos nos ensaios de máquinas eléctricas rotativas (motores ou geradores). Concretamente ao nível dos ensaios em carga de tais máquinas, podem ser obtidas as suas diferentes características envolvendo grandezas não só eléctricas mas também mecânicas, porque o sistema oferece já a possibilidade de medir velocidades de rotação e, mediante o emprego de sensores apropriados e a utilização de canais livres da placa de conversão AD, pode também aceder-se ao binário. Assim como nos casos anteriores, estas características podem imediatamente ser visualizadas e ser objecto de relatório impresso, se e quando entendido necessário.

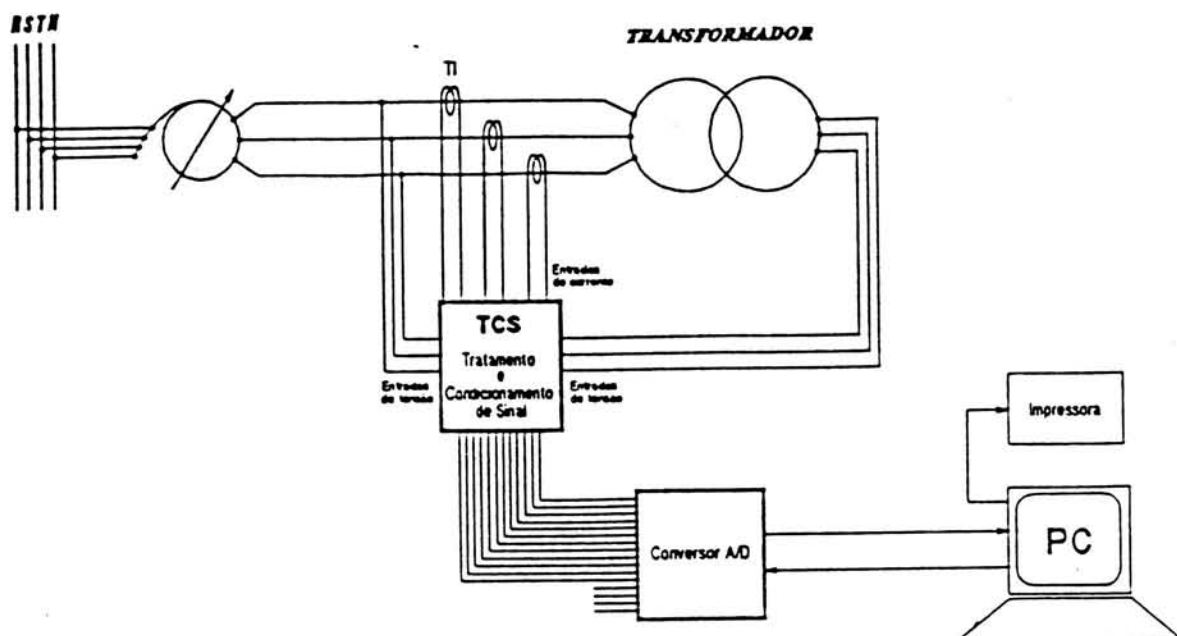


Fig.2 Exemplo de aplicação do sistema DATAMAQ no ensaio em vazio de um transformador de potência trifásico.

3.2. Outras aplicações

Outras aplicações possíveis do sistema relacionam-se com a monitorização e vigilância do comportamento de máquinas eléctricas quando em serviço ou de instalações eléctricas industriais quaisquer. Mediante o desenvolvimento de "software" apropriado, também fica ao alcance do sistema a realização de auditorias energéticas a essas mesmas instalações.

Dado que o sistema integra já um elemento inteligente e desde que a placa de conversão AD possua saídas apropriadas, ele pode também ser empregue na proteção de partes de instalações eléctricas que justifiquem um tratamento especial (caso de grandes motores, por exemplo), com a vantagem de, mediante uma programação adequada, poder adaptar-se sempre às exigências da instalação visada bem como adaptar-se a instalações com características diferentes. Se se introduzir um elemento inteligente e programável ao nível da consola de interfaces, as

mesmas vantagens e possibilidades ficam disponíveis sem a necessidade de saídas especiais da placa AD.

4. SINTESE

A utilização de sistemas integrados de medida com facilidades de tratamento e análise imediata de resultados tem vindo a aumentar, em virtude das facilidades que estes sistemas proporcionam em relação às soluções clássicas.

Na presente Comunicação noticiou-se o desenvolvimento (ainda parcial) de um sistema daquele tipo, destinado a ser aplicado na área da Electrotecnia, concretamente, na sua vertente de Energia. O sistema, concebido por forma a possuir um baixo custo, foi descrito em termos da sua constituição, das suas possibilidades e dos seus campos de aplicação preferenciais. Sob este último ponto de vista, descreveram-se algumas aplicações interessantes no âmbito dos ensaios de máquinas eléctricas estáticas e rotativas e enumeraram-se outras onde se espera o sistema venha a ser utilizável no futuro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] João Alves do Vale e A. Fernandes Costa: "DATAMAQ - Sistema de Aquisição de Dados para o Ensaio de Máquinas Eléctricas", Cadernos de Estudos de Máquinas Eléctricas, nº.4, pp.47-49, FEUP, Porto, 1992.
- [2] João Pedro Ventura Alves do Vale: "Manual de Utilização do Sistema de Aquisição e Registo de Dados "DATAMAQ"", FEUP, Porto, 1992.
- [3] João Alves do Vale, A. Morim Silva e A. Fernandes Costa: "Sistema de Aquisição de Dados DATAMAQ", ENDIEL 93 - Encontro Nacional para o Desenvolvimento das Indústrias Eléctrica e Electrónica, Porto, 1993.

João Pedro Ventura Alves do Vale



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000101493