

ELEMENTOS RELATIVOS À PRODUÇÃO E CONSUMO (Valores em GWh)

	ANO	PRODUÇÃO			TROCAS COM ESPANHA		PRODUÇÃO PARA CONSUMOS (1)	
		Hidráulica	Térmica	TOTAL	Exportação	Importação	Permanentes (2)	Não permanentes (3)
ABRIL	1962	282,9	6,0	288,9	0,0	0,0	223,3	65,6
	1963	323,3	0,1	323,4	0,0	0,0	248,5	74,9
MAIO	1962	302,9	0,0	302,9	0,0	0,0	234,5	68,4
	1963	332,1	0,0	332,1	0,0	0,0	254,1	78,0
JUNHO	1962	293,8	0,0	293,8	0,0	0,0	228,6	65,2
	1963	313,2	0,0	313,2	0,0	0,0	236,7	76,5
Acumulado desde 1 de Janeiro	1962	1825,2	6,0	1831,2	0,0	0,0	1444,2	387,0
Acumulado desde 1 de Janeiro	1963	2049,9	18,9	2068,8	32,8	0,1	1597,7	438,4

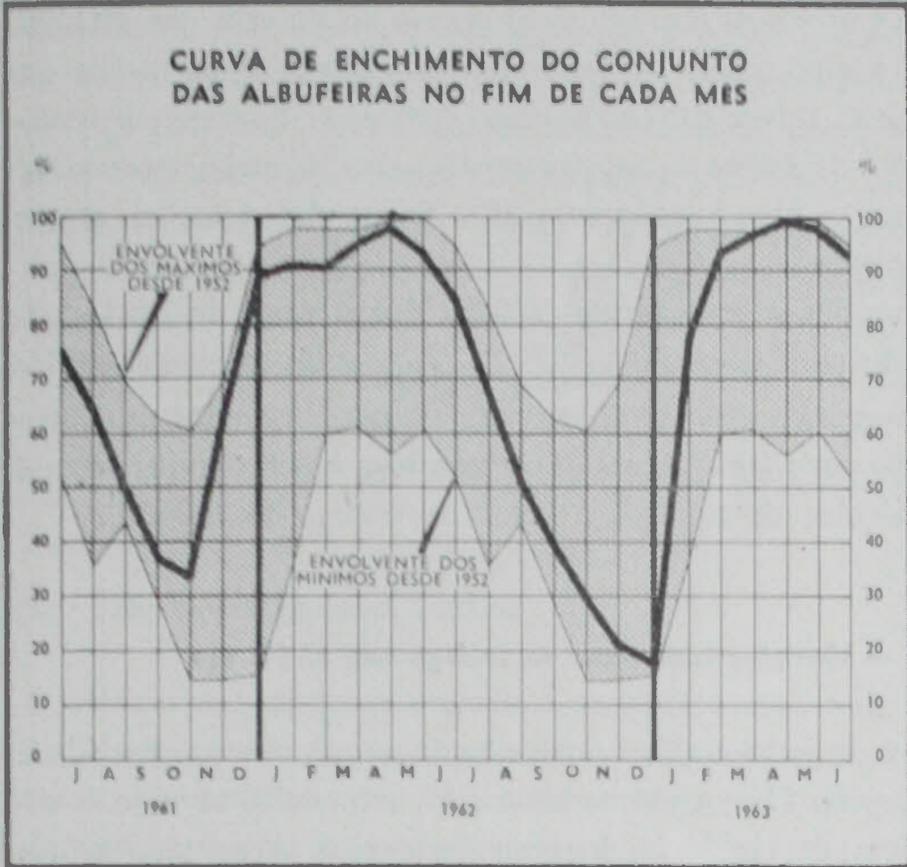
(1) — Inclui as perdas totais. A soma das produções para consumos permanentes e para consumos não permanentes pode não coincidir com a produção total visto que se considerou também o saldo das trocas com Espanha.

(2) — Inclui o consumo referente à instalação de hidrogénio químico do AP e os consumos permanentes da UNITECA e da SIDERURGIA NACIONAL.

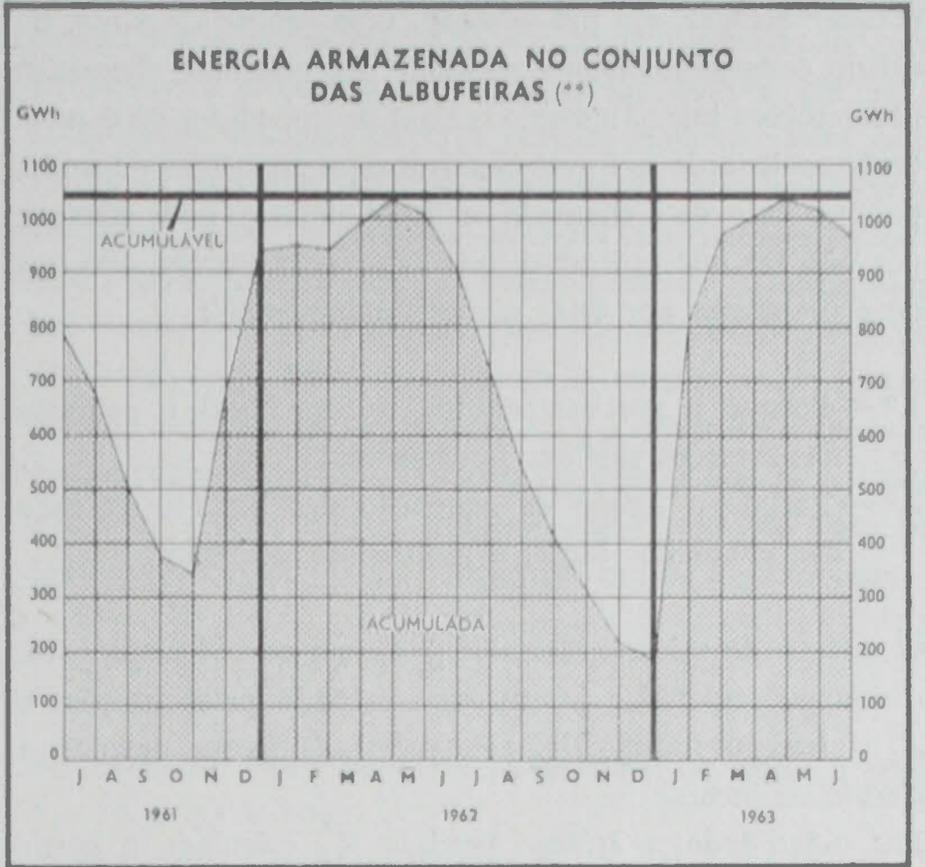
(3) — Estão incluídos os fornecimentos à MVC, e os fornecimentos especiais da CNE à SODA PÓVOA, à SONADEL e à CUF (Barreiro), e descontado o consumo referente à instalação de hidrogénio químico do AP. Estão também incluídos os fornecimentos da CNE para o forno eléctrico da SIDERURGIA NACIONAL.

ELÉCTRICA EM PORTUGAL CONTINENTAL (*)

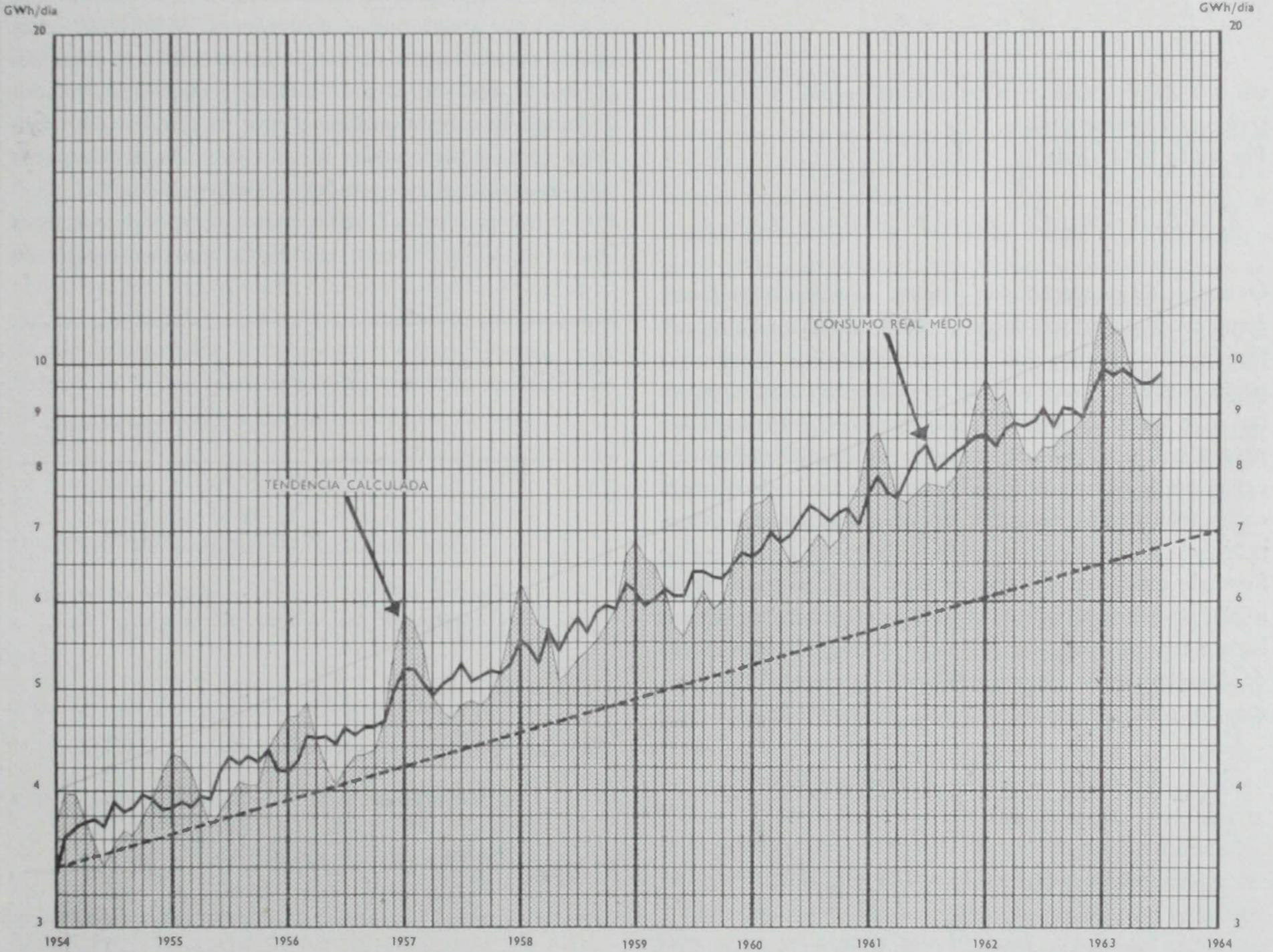
CURVA DE ENCHIMENTO DO CONJUNTO DAS ALBUFEIRAS NO FIM DE CADA MÊS



ENERGIA ARMAZENADA NO CONJUNTO DAS ALBUFEIRAS (**)



TENDENCIA DO CONSUMO EXCLUINDO ELECTROQUÍMICA



* Estes elementos são fornecidos pelo REPARTIDOR NACIONAL DE CARGAS e apenas abrangem as empresas que o constituem, cujas produções e consumos representam, actualmente cerca de 94% dos totais da parte continental do País. Exceptuam-se a «Tendência do Consumo» cujos elementos provêm do GRÊMIO NACIONAL DOS INDUSTRIAIS DE ELECTRICIDADE.

** Nestes valores não se incluem os armazenamentos em Cabeço Monteiro, Montargil, Maranhão, Pego do Altar e Vale do Gaio, dados os condicionamentos de natureza hidroagrícola a que estes aproveitamentos estão sujeitos.

pois as chamadas originadas na estação (incluindo as locais) ocupam sempre, em pré-selecção, uma junção de saída. Se existir congestionamento no feixe, as referidas chamadas não recebem imediatamente o sinal de impedido. Só o receberão mais tarde se forem efectivamente chamadas de saída, pois no caso de a chamada ser local ainda se pode efectuar por não ter que utilizar o feixe. Tal facto, porém, não nos deve preocupar por duas razões fundamentais:

- 1.º — Porque a percentagem de tráfego local é pequena nas estações satélites portuguesas;
- 2.º — Porque o tempo de ocupação das junções no caso das chamadas locais é muitíssimo pequeno.

O tráfego de saída será $A = A_o + A_i$, em que A_o representa o tráfego regional e interurbano escoado pelas junções e A_i o tráfego inútil originado pelas ocupações devidas a chamadas locais.

Por outro lado, o tráfego perdido A'_p calculado a partir das leituras do contador de excessos, é dado por

$$A'_p = A_{p_o} + A_{p_i}$$

em que A_{p_o} é o tráfego efectivamente perdido e A_{p_i} é um tráfego falsamente perdido.

Por outro lado ainda,

$$A'_p = B \cdot A = B (A_o + A_i) = BA_o + BA_i = A_{p_o} + A_{p_i}$$

O tempo de ocupação das junções nas chamadas locais compreende o periodo desde o pedido da chamada até ao fim da marcação dos dois primeiros dígitos do número do posto chamado. Este intervalo de tempo não deve ultrapassar, no máximo, 24 segundos, isto prevendo quatro segundos para a marcação e vinte segundos para o intervalo entre a ocupação do equipamento pelo assinante e o início da marcação (pausa pré-marcação), o que é francamente exagerado.

Supondo que o número de chamadas locais na HMC é igual a 20% do número total de chamadas originadas na mesma hora e representando este número por n e o tempo médio de duração destas comunicações por t_m , em minutos, teremos que o tráfego real escoado pelas junções será:

$$A = \frac{0,8 n t_m}{60} + \frac{0,2 \times 0,4}{60} n = \frac{0,8 n t_m}{60} + \frac{0,08}{60} n =$$

$$= 0,8 \frac{n}{60} [t_m + 0,1] \approx 0,8 \frac{n}{60} t_m = A_o$$

Fazendo a aproximação indicada, isto é, desprezando o falso tráfego A_i , cometemos um erro que anda à volta dos 4% de A_o , o que é perfeitamente admissível, dado o carácter sempre aproximado de todos estes estudos estatísticos. É

preciso ainda notar-se que os erros que possam surgir devido à sobreposição de chamadas (primeira crítica feita à medição dos excessos) têm um sinal oposto ao do erro que estamos a analisar, pelo que o podem compensar, pelo menos em parte. Talvez por isso se possa considerar o sistema de medição de excessos nos feixes das ATU 54 mais rigoroso do que o que é executado nos feixes das estações centro Strowger.

Por fim, é conveniente destacar que o valor de 20% admitido para a relação $\frac{\text{chamadas locais}}{\text{chamadas originadas}}$ pode considerar-se alto na prática, bem como os vinte e quatro segundos de ocupação por chamada local. Por tudo isto, é lícito desprezar, nos cálculos de tráfego, o valor do tráfego local inútil.

4. — Medições indirectas de tráfego nas «ATU 61»

Ao projectar-se uma nova estação com a mesma capacidade da ATU 54 — a chamada ATU 61, remodelou-se todo o sistema de vigilância do grau de serviço. Admitindo-se que a vigilância do grau de serviço no feixe de saída não seria efectuada na própria estação, eliminou-se o contador de excessos que anteriormente descrevemos. Mantiveram-se os contadores de tempo de congestionamento nos diferentes grupos de buscadores e introduziu-se mais um contador de tempo de congestionamento para os cordões. Este contador opera quando todos os cordões estiverem ocupados pois nesse caso estão operados todos os relés BR (fig. 5). Para o tráfego terminal, isto é, para os grupos de selectores finais (ou 2.ª selectores), não havia qualquer espécie de

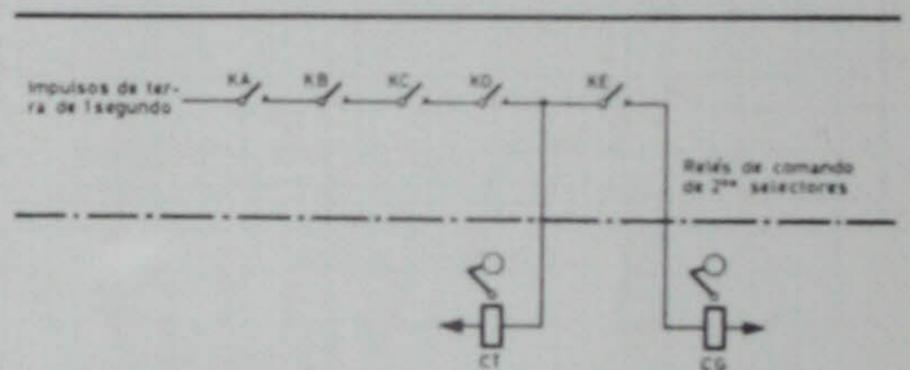


Fig. 4 — Estações ATU-61: circuitos contadores de tempo de congestionamento dos grupos de selectores finais

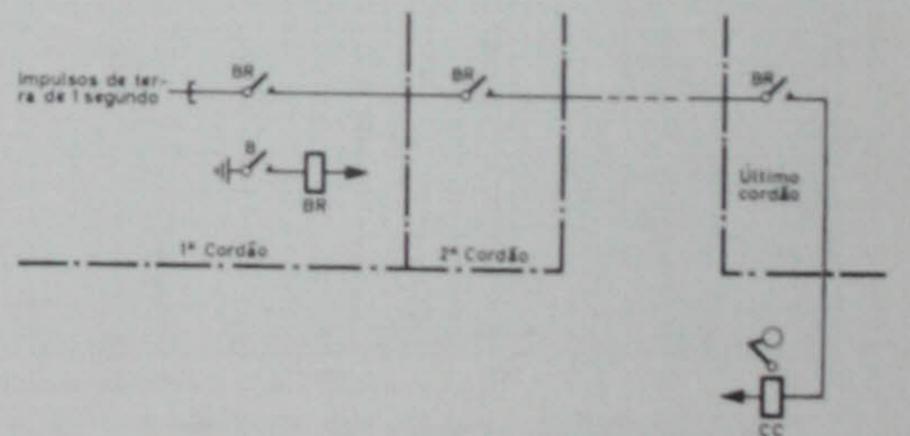


Fig. 5 — Estações ATU 61: circuito do contador de tempo de congestionamento dos cordões

vigilância do tráfego. Tal facto não era de admitir, pelo que se introduziram dois contadores de tempo de congestionamento por cada grupo de selectores finais: o contador CT e o contador CG. Introduziram-se dois contadores devido ao seguinte facto: cada grupo de selectores finais tem cinco selectores, mas quatro deles são acessíveis a todas as chamadas de entrada. A cada selector corresponde um relé (fig. 4): KA, KB, KC e KD para os quatro primeiros e KE para o último. O contador CT destina-se a medir o tempo de congestionamento dos primeiros quatro e o contador CG a medir o tempo de congestionamento de todos os selectores.

5. — Cálculo dos números críticos

O cálculo dos números críticos é executado com toda a facilidade a partir das considerações anteriormente apresentadas e desde que se fixe um limite de degradação do grau de serviço, o qual se estabeleceu em $B=0,02$.

Assim, no caso de contadores de tempo de congestionamento, o número crítico é igual em todos os contadores e dado por $0,02 \times 3600 = 72$.

Tal como se admite no «British Post Office», pode adoptar-se um período de hora e meia em vez de uma hora, dado que o período mais carregado em que se verificam condições de equilíbrio estatístico tem a duração de hora e meia. Adoptando este período mais carregado para a medida, o número crítico original será igual a $72 \times 1,5 = 108$.

No caso dos contadores de excessos (só existentes, como vimos, na ATU 54), o número crítico depende do tamanho do feixe considerado. Para $B=0,02$ e sendo x o número de circuitos do feixe, calcular-se-á o tráfego oferecido pela fórmula de Erlang (para $x \leq 12$) ou pela fórmula de Erlang-O'Dell (para $x > 12$). Esta última fórmula dá-nos:

$$A = 0,64 x - 1,08$$

O número crítico de excessos será dado então por

$$n_{ec} = \frac{A \times B \times 60}{2,5} = \frac{1,2 A}{2,5} = 0,48 \cdot A$$

considerando o tempo médio de ocupação como sendo igual a 2,5 minutos.

Exemplo de cálculo para um feixe de 14 circuitos:

$$n_{ec} = 0,48 \cdot A = 0,48 \cdot 7,88 = 3,7824$$

Se aplicarmos este número ao período de hora e meia, virá:

$$3,7824 \times 1,5 = 5,67.$$

As estações ATU são estações não assistidas e, por isso, não é possível, por razões económicas, efectuar diariamente

a leitura dos contadores de tráfego durante três períodos de medida em cada ano. Estas medidas diárias só se efectuarão em casos especiais. A vigilância rotineira do grau de serviço é efectuada com leituras semanais e, por isso, é necessário calcular números críticos semanais. Para converter os números críticos horários em números críticos semanais, o BPO estabeleceu nas suas normas que aqueles sejam multiplicados por 12, baseando-se na hipótese (que nos parece justa) da existência, quando se trata de um grau de serviço bom, duma média de duas horas mais carregadas por dia útil, considerando-se o dia de descanso como um dia de pequeno tráfego. Foi este também o critério por nós adoptado e, por isso, o número crítico semanal para os contadores de tempo de congestionamento é dado por:

$$n_{es} = n_e \times 12 = 72 \times 12 = 864.$$

No exemplo dado para os contadores de excesso com $x = 14$ junções, virá:

$$n_{es} = n_e \times 12 = 3,7824 \times 12 = 45.$$

6. — Equilibragem da carga nas estações

Uma das principais funções da vigilância do grau de serviço é manter uma razoável equilibragem na carga entre os diferentes grupos de assinantes e até entre os diferentes grupos de escalonamento. Este problema é cada vez mais importante devido ao constante aperfeiçoamento dos sistemas de interligação: sistemas em cadeia com escalonamento.

No caso das ATU, uma das missões dos contadores de tráfego a que nos vimos referindo é garantir este equilíbrio de carga entre os diferentes grupos de assinantes, no que respeita, sobretudo, ao tráfego originado. Para efectuar esta vigilância do equilíbrio é necessário interpretar os dados fornecidos pelos contadores de tempo de congestionamento dos buscadores e seguir um critério esclarecido. Por isso, parece-nos útil indicar uma técnica estatística aplicável à equilibragem da carga.

É evidente que, se todas as linhas de rede ligadas a um determinado grupo pertencerem a assinantes com muito tráfego, estes ficarão com um grau de serviço deficiente. Por outro lado, se todas as linhas ligadas a outro grupo pertencerem a utentes de pequeno tráfego, os circuitos da estação são mal aproveitados. O problema não se pode resolver completamente atribuindo o mesmo número de assinantes a cada grupo, visto que, mesmo no caso de poucos assinantes dum determinado grupo possuírem elevada densidade de tráfego, isso pode significar um grau de serviço deficiente para todos os utentes que utilizam o referido grupo de buscadores.

O problema da equilibragem da carga é, em muitos aspectos, análogo ao do controle da qualidade dum produto fabricado. Neste caso, o fabricante deseja manter a quali-

dade dos seus produtos dentro de certos limites à volta dum valor ideal. Do mesmo modo, o técnico de tráfego deseja manter o grau de serviço oferecido ao assinante dentro de certos limites à volta dum valor ideal. Ao controle da qualidade podem aplicar-se os chamados métodos de Shewart, que, embora baseados numa complexa teoria estatística, podem ser aplicados por pessoal sem conhecimentos matemáticos profundos como, por exemplo, pessoal burocrático. O processo que a seguir vamos descrever é o adoptado pela «American Telephone and Telegraph Company».

Em primeiro lugar, é necessário obter os tráfegos escoados pelos diferentes grupos durante as HMC em 5 dias úteis de cada semana. Estes tráfegos exprimem-se em Erlangs e serão medidos tanto nos grupos de buscadores, como nos grupos de selectores finais ou ligadores. Para cada semana determina-se o valor médio do tráfego originado por grupo e o valor médio do tráfego terminal por grupo. Para fixar ideias, vamos daqui em diante considerar o caso do tráfego originado, sabendo que o que se diz a respeito deste caso se aplica também ao caso dos selectores finais, com pequenas diferenças.

A determinação do tráfego originado pelos assinantes das ATU é fácil de efectuar pela leitura dos respectivos contadores de tempo de congestionamento e pela aplicação da fórmula do grau de serviço que tem em consideração a limitação do número de postos por grupo e o facto de o sistema não ser um puro sistema de chamadas perdidas. Assim, a leitura n_c dá-nos o valor do grau de serviço

$$B = \frac{n_c}{3600}$$

e este pode dar-nos o tráfego oferecido pela equação

$$B = \frac{\binom{N}{5} z^5 S}{\sum_{i=0}^4 z^i \binom{N}{i} + z^5 \binom{N}{5} S}$$

com

$$S = 1 + \sum_{i=1}^{N-5} \frac{(N-5)(N-6) \dots (N-4-i)}{(5+6,5)(5+13) \dots (5+i \cdot 6,5)} z^i$$

e

$$z = \frac{a}{1-a}$$

$a = \frac{A}{N}$, sendo A o tráfego total originado pelo grupo de N linhas.

Esta equação, no nosso caso, pode ser resolvida por tentativas ou por processos gráficos. Nas figs. 6 e 7 damos curvas da equação supramencionada para diferentes casos da ATU 54.

Para avaliação da posição relativa de cada grupo de buscadores, vamos utilizar o método dos *pontos*, no qual se atribui a cada tráfego por grupo um número ou *pontuação* que depende do grau do seu desvio em relação ao tráfego médio por grupo. Esta pontuação é atribuída para os valores que se situam numa dada «zona» à volta do valor médio, isto é, acima ou abaixo deste valor. Estas zonas são definidas por dois conjuntos de «limites de controle». Por exemplo: os tráfegos escoados que estejam dentro dos limites da primeira zona possuem a pontuação +1 se forem maiores do que a média ou -1 se forem menores. A zona seguinte define as pontuações +2 e -2 e os resultados que ultrapassem esta zona têm a pontuação +4 e -4 (em vez de +3 e -3), isto para destacar os grupos que estão nitidamente desequilibrados. Adoptando uma pontuação cumulativa de cinco semanas para cada grupo, pode ter-se uma ideia-guia muito clara sobre a acção correctiva a empreender. Atribuem-se novas linhas aos grupos com pontuação mais baixa e, possivelmente, transferem-se para estes últimos algumas linhas pertencentes a grupos com pontuação extremamente elevada. Julga-se que, na maioria dos casos e desde que a distribuição das linhas tenha sido anteriormente executada de acordo com um critério de equilíbrio, julga-se que (diziamos nós) só raras vezes serão necessárias estas transferências de linhas, podendo-se restabe-

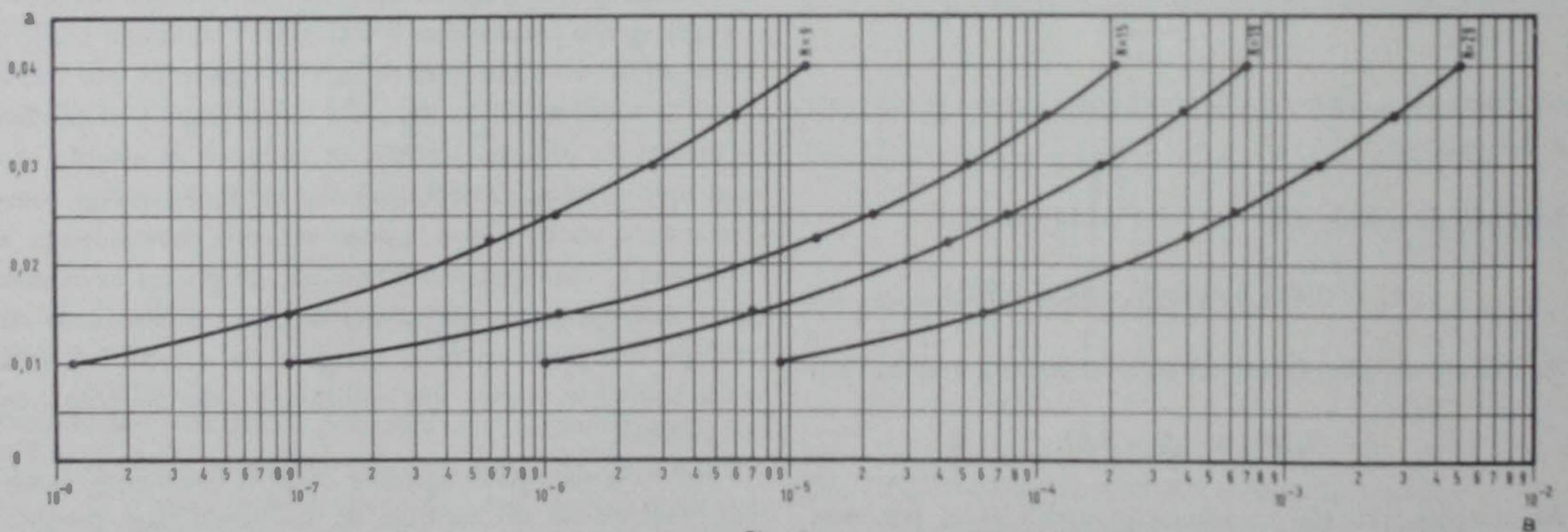


Fig. 6

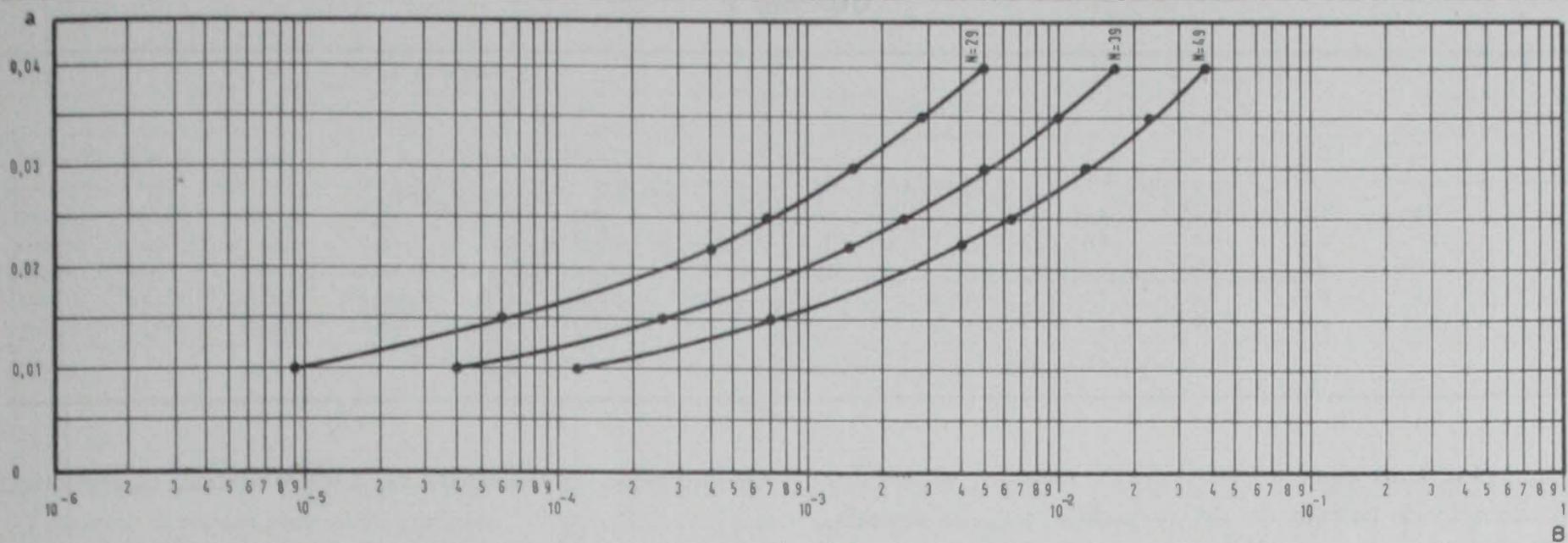


Fig. 7

lecer o equilíbrio apenas pela distribuição de novos postos pelos grupos menos carregados e pela permanência de todas as vagas que surjam nos grupos mais carregados.

No processo de equilibragem de carga que estamos a descrever, um dos aspectos mais importantes é o estabelecimento de limites de controle que determinem as zonas de pontuação cujos valores cumulativos nos interessam para se ter uma ideia dos desequilíbrios de carga. Esta, para ser adequada, não pode ser estabelecida a partir de limites demasiado latos ou demasiado estreitos. No primeiro caso não se notam certos desequilíbrios de carga que se deveriam considerar; no segundo fazem-se correcções desnecessárias. A estatística matemática fornece-nos a maneira de estabelecer estes limites. Consiste na chamada «análise da variância da carga». Os limites de controle da qualidade, criados inicialmente para designar a variabilidade admissível da qualidade dum produto, exprimem, neste caso, a variabilidade admissível do tráfego escoado.

Como se sabe, ao medir-se a variação dum grandeza, os valores mais significativos são a *média* e o *desvio-padrão* (este designado por «sigma» ou σ). A média é a conhecida média aritmética de todos os valores da amostra, enquanto o sigma (ou sigma ao quadrado, conhecido por *variância*) dá-nos uma medida da dispersão dos diferentes valores à volta da média. A dispersão observada é determinada pela variabilidade dum certo número de diferentes factores influenciadores.

Para analisar estes factores, é costume aplicar-se a chamada «análise da variância» — técnica que se baseia na divisão da variabilidade em diferentes quantidades devidas a diversos factores. Quer dizer, se se puder classificar um conjunto de observações de acordo com critérios diferentes, a variação total entre os elementos do conjunto pode dividir-se em «componentes». Cada uma destas «componentes» pode atribuir-se a um dos diversos critérios de classificação. Deste modo, o técnico em estatística está apto a seleccionar e examinar qualquer das componentes da variação que lhe interesse.

No nosso caso, os dados estatísticos consistem em leituras semanais dos tráfegos escoados, durante as diferentes HMC,

por cada grupo de buscadores, podendo-se obter, assim, um valor médio do tráfego escoado na HMC para cada grupo e para cada semana.

O exame dum tal conjunto de dados revela-nos que as leituras flutuam à volta da média total da estação, de semana para semana e dum grupo para outro. A carga de tráfego de qualquer grupo é afectada:

- 1) pelas características do próprio grupo,
- 2) pela semana durante a qual se efectuou a medida do tráfego e
- 3) por um certo número de causas acidentais, em geral designadas por «casualidades».

Assim, as leituras podem ser muito elevadas porque

- 1) o grupo escoo, dum modo geral, muito tráfego,
- 2) se trata dum semana habitualmente muito carregada,
- 3) é admissível o aparecimento dum valor tão elevado devido a causas puramente casuais.

O modelo matemático do tipo análise de variância tem que reflectir esta situação, oferecendo fórmulas que calculem a variação devida a: diferenças entre grupos, diferenças entre semanas e puro acaso. Estas três componentes constituem a variância total.

No caso que nos ocupa, não consideraremos as variações de semana para semana, visto considerarmos não uma média única para toda a estação e para todo o período de observação, mas uma *média semanal* para toda a estação, referindo-se todas as pontuações atribuídas a esta média semanal.

O cálculo da variância é feito a partir da expressão:

$$v = \sigma^2 = \frac{\sum (X - M)^2}{N}$$

em que M é o valor médio, X representa cada uma das medidas tomadas e N o número de casos. O desvio-padrão é dado por

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - M)^2}{N}}$$

QUADRO 1

Semanas	Grupos				Média geral semanal	X - M e (X - M) ²							
	X					A		B		C		D	
	A	B	C	D		X - M	(X - M) ²	X - M	(X - M) ²	X - M	(X - M) ²	X - M	(X - M) ²
1	0,95	1,1	0,4	1,2	0,91 E	0,04	0,0016	0,19	0,0361	-0,51	0,2605	0,29	0,0841
2	1	1,2	0,5	1,3	1 E	0	0	0,2	0,04	-0,5	0,25	0,3	0,09
3	1,08	1,1	0,55	1,57	1,08 E	0	0	0,02	0,0004	-0,53	0,2809	0,49	0,2401
4	0,9	0,92	0,5	1,5	0,96 E	-0,06	0,0036	-0,04	0,0016	-0,46	0,2116	0,54	0,2916
5	0,92	0,9	0,7	1	1,01 E	-0,09	0,0081	-0,11	0,0121	-0,31	0,0961	-0,01	0,0001
Totais							0,0133		0,0902		1,0991		0,7059

Para tornar mais clara a exposição do método, vamos dar um exemplo de cálculo do desvio-padrão σ e, em seguida, de análise estatística da variância.

Suponhamos observações efectuadas durante 5 semanas. Façamos o quadro 1. Teremos:

$$\sum (X - M)^2 = 1,9085$$

$$v = \sigma^2 = \frac{1,9085}{20} = 0,095425$$

$$\sigma = \sqrt{0,095425} \approx 0,31$$

Os limites de controle são definidos por $1,5 \sigma$ e 3σ , relacionando-se com as pontuações de acordo com o quadro seguinte:

Limites de controle	Pontuações
$+3 \sigma$	+4
$+1,5 \sigma$	+2
Média da estação	+1
	0
$-1,5 \sigma$	-1
-3σ	-2
	-4

Teremos, no nosso exemplo,

$$1,5 \sigma = 1,5 \times 0,31 = 47\%$$

$$3 \sigma = 3 \times 0,31 = 93\%$$

Os limites de controle para cada semana serão os seguintes:

Limites	Semana					
	1	2	3	4	5	
+2	193 %	1,76	1,93	2,08	1,85	1,95
+1	147 %	1,34	1,47	1,59	1,41	1,48
0	Média	0,91	1	1,08	0,96	1,01
-1	53 %	0,48	0,53	0,58	0,51	0,54
-2	7 %	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07

De acordo com os limites supramencionados, poderemos estabelecer um quadro das pontuações dos grupos:

Semanas	Tráfegos nos grupos (Erlangs)					Pontuações correspondentes			
	A	B	C	D		A	B	C	D
1	0,95	1,1	0,4	1,2 E		+1	+1	-2	+1
2	1	1,2	0,5	1,3 E		0	+1	-2	+1
3	1,08	1,1	0,55	1,57 E		0	+1	-2	+1
4	0,9	0,92	0,5	1,5 E		-1	-1	-2	+2
5	0,92	0,9	0,7	1 E		-1	-1	-1	-1
Pontuações cumulativas						-1	+1	-9	+4

Pela análise destes resultados, verificar-se-ia que o grupo C está subcarregado enquanto o grupo D se encontra, embora mais ligeiramente, sobrecarregado.

FERNANDO GONÇALVES LAVRADOR

Engenheiro Electrotécnico (U.P.)

GRUPO DE ESTUDOS DE COMUTAÇÃO AUTOMÁTICA DOS C. T. T.