M.A.S. Ross. Numerical Fourier analysis to Twenty Harmonics. Nature 152, 194[illegible] pg. 302/3[illegible]

São Paulo, 14-abril-1946

Caríssimo Costa Ribeiro,

os melhores votos para V., Jacqueline, Luis Alberto e demais membros da família. Então, já está V. reintegrado na sua vida carioca? Faço idéa da satisfação com que V. terá retomado os seus trabalhos, depois dos merecidos louros do concurso e da efetivação que assim obteve no seu posto de Professor. Como V. sabe, partilho cordealmente dessas alegrias.

Mandei-lhe, há dias, em carta expressa, minha nota sôbre a teoria eletrônica do efeito Costa Ribeiro e alguns comentários sôbre os trabalhos, em curso, a respeito da função hereditária. Tive o prazer de conversar duas vezes com nosso amigo Tiomno sôbre êstes últimos; mostrou-se êle muito interessado e... torceu para levar-lhe hoje alguma notícia decisiva — o que infelizmente não foi possível até ontem. Por certo êle lhe dirá das dificuldades que o Toledo e eu, apesar do auxílio de outro assistente (B. Fleury Silveira), encontramos para varar os <u>n</u> coeficientes de Fourier... através de tabelas e tabelas de números!

Infelizmente escolhemos um tanto <u>maladroitement</u> o 1º intervalo para fazer a análise, a saber entre ≈ 7.5 min ($dm/dt = 0$, na fig. 11, pág. 47 da tese) e <u>45.5</u> min, correspondendo a <u>$-\pi$</u> e <u>$+\pi$</u> respectivamente. Como V. poderá verificar, nesses extremos não há coincidência de valores nem para <u>m</u>, nem para $\frac{dm}{dt}$, nem para <u>i</u> !!! o que significa dizer que fatalmente as funções seriam mal representadas nos extremos (Dirichlet & cia...). Descobrimos que isso era <u>muito inconveniente</u> <u>num fenômeno hereditário</u>... sòmente depois de ter feito mais da metade dos cálculos numéricos. Por isso resolvemos tocar até o fim, assim mesmo, só para aproveitar o que já estava feito e ganhar a famosa lição da experiência. E com grande satisfação, encontramos esta manhã um resultado final bastante animador:

Concluimos os cálculos sòmente para os pontos da 2ª metade do desenvolvimento (0 a $+\pi$) e a curva calculada é a que está em vermelho no gráfico anexo. Vê-se, desde logo, que o andamento geral da curva é razoavel. Parece ter havido êrro de cálculo na amplitude da 3ª harmônica, pois a curva vermelha efetua uma oscilação completa, de aspecto senoidal, com a duração de 8 intervalos, sendo 24 o número total referente à harmônica fundamental ($T = 38$ minutos). Salvo isso, penso que os resultados, apesar de tudo, seriam de molde a confirmar plenamente a forma que propuz:

$$\varphi(t-\tau) = \frac{k}{\theta}\, e^{-\frac{t-\tau}{\theta}}$$

Detalhe importantíssimo: resulta da análise feita, de acôrdo com as fórmulas que eu estabeleci, o seguinte valor para a constante termo-dielétrica do naftaleno $k \cong 2{,}63 \times 10^{-9}\ Cg^{-1}$, que está de acôrdo com os valores q V. obteve por processos mais diretos. Fiquei satisfeitíssimo e muito animado a prosseguir na segunda análise que haviamos iniciado ontem à tarde, justamente quando Tiomno chegou ao nosso Departamento.

O novo trecho escolhido cobre o trecho ~4.5 minutos $\overset{m}{\longmapsto}30$

Os extremos, agora, correspondem aos mesmissimos valores de m, $\frac{dm}{d\tau}$ e quasi tambem de i: na curva $m = m(t)$, os pontos extremos tem a mesma ordenada e aí os coef.s angulares são iguais. E, no intervalo, o andamento da curva m/é bastante regular. Os nossos trabalhos vão ficar suspensos por uma semana: eu parto hoje à noite para o interior (a/c Affonso Ferreira – Fazenda Floresta – Terra Rôxa, C.P. – Est. S. Paulo), afim de reunir-me a Celina e filhos que para lá seguiram 4ª feira última. Descançarei com eles êstes dias da Semana Santa e só retomarei os trabalhos na 2ª feira de "Pascoela". V. terá a paciência de aguardar mais uns dias até que eu possa enviar-lhe resultados bem mais satisfatorios. Em todo o caso, andémos nos lembrando dos comentários do Danny, no Seminario de Física Nuclear, quando declarou que em Física Teórica, tratando-se de núcleos, mesons e outras coisas meúdas, dois valôres, não diferindo em mais do que $\underline{10^6}$ em sua relação, eram julgados concordantes!... Verdade é que isso escandalizou o Wataghin, o Schönberg e outros. Mas, no caso presente, é só a 3ª harmônica que está atrapalhando!...

O Tiomno provavelmente lhe falará das formulas que estabeleci e cuja <u>mãe</u> eu já lhe comuniquei na carta anterior. Em suma, no caso simples tem-se, como V. já ficou informado:

para $\frac{dm}{dt} = A \cos \omega t + B \operatorname{sen} \omega t$

$$\therefore\; i = \text{transient} + \frac{k}{1+(\omega\theta)^2}\left[(A-\omega\theta B)\cos\omega t + (B+\omega\theta A)\operatorname{sen}\omega t\right]$$

Por isso, generalizei a fórmula x Se $\frac{dm}{dt}$ é dada pela expressão supra:

$$m = \frac{A}{\omega}\operatorname{sen}\omega t - \frac{B}{\omega}\cos\omega t + C^{te} = A'\cos\omega t + B'\operatorname{sen}\omega t + C'$$

(com $A' = -\frac{B}{\omega}$ e $B' = \frac{A}{\omega}$).

A curva de massa poderá ser analisada assim:

$$m = \sum_0^\infty A'_n \cos n\omega t + \sum_0^\infty B'_n \operatorname{sen} n\omega t + \sum_0^\infty C' =$$

$$= m_0 + \sum_1^\infty A'_n \cos n\omega t + \sum_1^\infty B'_n \operatorname{sen} n\omega t \qquad \left[m_0 = A'_0 + \sum_0^\infty C'_n\right]$$

Finalmente:

$$i = \text{transient} + k\omega \sum_1^\infty \frac{1}{1+(n\omega\theta)^2}\left[(n\omega\theta A'_n + B'_n)\cos n\omega t + (n\omega\theta B'_n - A'_n)\operatorname{sen} n\omega t\right]$$

Esta a fórmula que foi posta à prova!

14/4/45.

Uma verificação interessante que, aliás, não deu certo na 1ª análise (sobretudo para os harmônicos de ordem superior, como era de esperar-se) é relativa ao cálculo de $\underline{\theta}$, const. de tempo do circuito. A saber, suponhamos analisada também a curva de $\underline{i}$, em serie de Fourier:

$$i = \sum_0^\infty \left(A''_n \cos n\omega t + B''_n \operatorname{sen} n\omega t\right)$$

Por identificação de coeficientes, acham-se as relações:

$$\left.\begin{aligned} A''_n &= \frac{k\omega}{1+(n\omega\theta)^2}\left(n\omega\theta\, A'_n + B'_n\right) \\ B''_n &= \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots) \end{aligned}\right\} \therefore \text{ por divisão:}$$

$$\omega\theta = \frac{1}{n}\,\frac{A''_n A'_n + B''_n B'_n}{A''_n B'_n - B''_n A'_n} = \text{const.}$$

Vamos a ver se isto dá certo na 2ª análise, já iniciada.

Outro ponto interessante é a determinação do valor de $\underline{k}$, pela comparação dos valores eficazes de $\underline{\frac{du}{dt}}$ e de $\underline{i}$. Mas a discussão deste ponto iria longe... fica para a outra vez.

Comecei a redigir uma "nota" sôbre tudo isto, mas... a balbúrdia das aulas e a paixão fatal dos cálculos numéricos não deram margem para adeantá-la. De resto, agora é preciso que ela consigne os futuros (e... possivelmente magníficos) resultados da 2ª análise. Estou lhe mandando, mal e mal, os resultados da 1ª análise só mesmo para me encorajar...

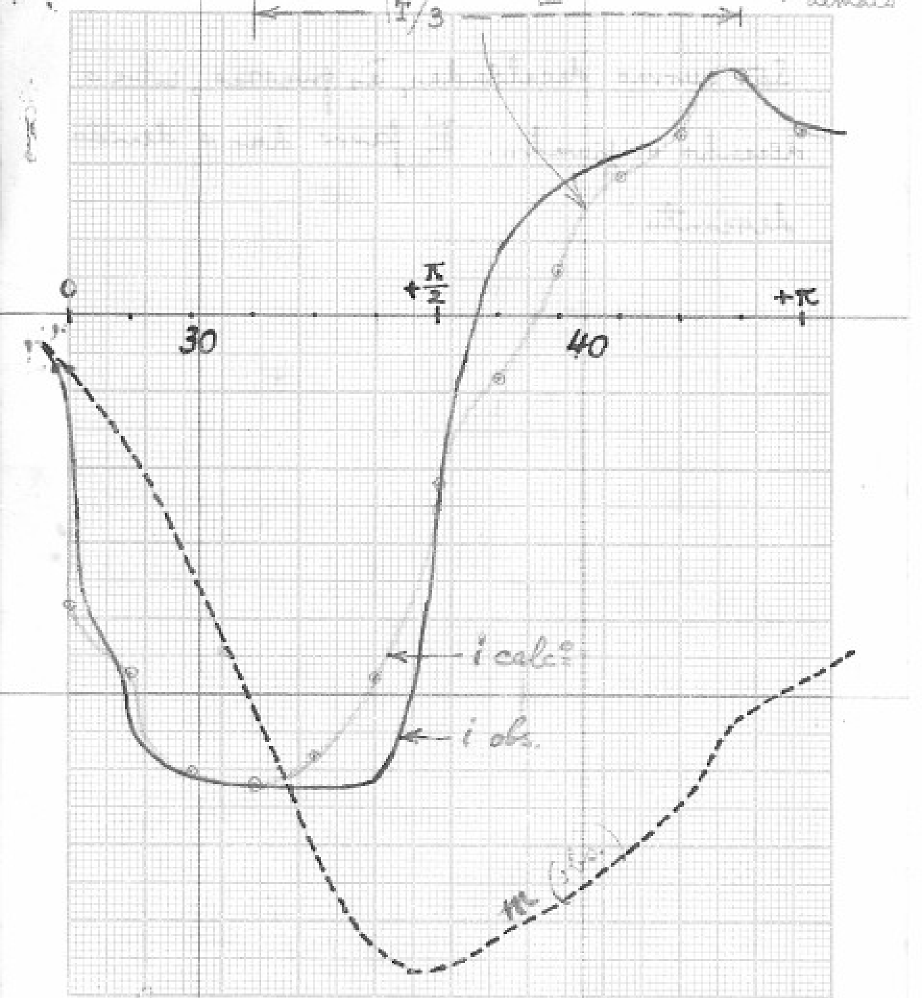
Que me diz V. sôbre tudo isto?

Até a próxima semana. Lembranças a todos os seus, especialmente a Jacqueline e ao afilhado.

Um grande abraço ex-corde do

Luiz

A amplitude da 3ª harmônica está grande demais



Prado 14/4/46.

→ vire p.f.

São curvas decalcadas, às pressas, sobre o desenho original... É favor dar o devido desconto!