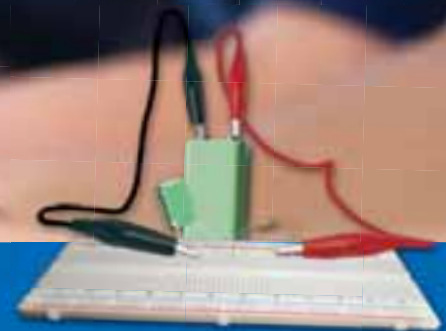


# CASIO NEWS

ANO 4 - I QUADRIMESTRE - FEVEREIRO 2013 - NÚMERO 9



MODELOS  
MATEMÁTICOS NA MÚSICA



ANÁLISE DE CIRCUITO RC



## Editorial

Neste número, apresentamos duas atividades de laboratório. Vamos usar os sensores e calculadoras gráficas.

A música segue um modelo matemático? Como medimos a frequência de uma nota musical? O que ela significa? Como a podemos modelar? Vamos experimentar!

A atividade para a matemática foi realizada por docentes de matemática da Escola Secundária Henriques Nogueira em Torres Vedras e adaptada para a fx-CG20.

A atividade de física foi realizada por docentes de físico-química da Escola Secundária D. Manuel I em Beja no âmbito de uma formação acreditada com a CASIO durante o mês de Junho de 2012.

Nas aulas de física, o uso dos sensores é mais exaustivo. Usar, testar, experimentar faz com que os conteúdos sejam compreendidos. O equipamento de recolha de dados, pode fazer com que os alunos vejam o que os rodeia de um modo diferente.

Convidamos todos os docentes a levarem estas experiências para a sala de aula.

*Ana Margarida Simões Dias*

# NEWS

## Índice

Editorial . . . . . 2



**Modelos Matemáticos na Música**  
“O piano e a tábua de logaritmos” . . . . . 3



**Atividade Experimental 2.5**  
Análise de circuito RC . . . . . 15

### Ficha técnica

Propriedade: Casio – Sucursal Portugal

Responsabilidade e Coordenação Geral: Casio - Sucursal Portugal • Ana Margarida S.M. Simões Dias O.S.

Data da impressão: Fevereiro 2013

Tiragem: 12.000 exemplares (distribuição gratuita)

Publicação quadrimestral

**Toda a correspondência deve ser enviada para:**

Morada: Parque das Nações • Rua do Pólo Sul, Lote 1.01.1.1 - 4º Andar • 1990-273 Lisboa

Telefone: 21 893 91 70 • Fax: 21 893 91 79 • Email: margaridadias@casio.pt

## MODELOS MATEMÁTICOS NA MÚSICA

### “O piano e a tábua de logaritmos”

#### “Tocar piano é como dedilhar sobre os logaritmos”

Esta atividade pretende contribuir para o estímulo e o interesse dos alunos pela criação de modelos matemáticos, a partir de experiências vividas no seu quotidiano.

Nesta atividade a ligação da matemática à música parece-nos oportuna, atendendo a que a música é a arte mais popular e tudo aponta para que seja aquela que mais mobiliza os jovens. Desde o berço foram estimulados à audição de sons harmoniosos e, ainda que só alguns alunos tenham adquirido grande formação musical, o interesse e o gosto pela música é transversal a todos os jovens. Pensamos que qualquer atividade que envolva a música é um fator fortemente mobilizador na aprendizagem dos alunos.

Toda a produção musical do nosso tempo tem a sua génese na escala temperada do compositor Johann Sebastian Bach (1685-1750), a qual não é alheia ao aparecimento do conceito do logaritmo, alguns anos antes, por John Napier (1550-1617).

Uma das ambições desta atividade é mostrar como o conceito de logaritmo e as aplicações matemáticas foram importantes na criação desta escala, assim pretende-se que os alunos aprendam matemática sem estar de costas voltadas para o mundo.

#### Destinatários

- Alunos de Matemática A do 12º ano de escolaridade
- Alunos de Matemática B do 11º ano de escolaridade

**Nota:** Como pré-requisitos à elaboração desta tarefa, os alunos devem já ter conhecimento das funções exponencial e logarítmica.

#### Objetivos

- Investigar as relações matemáticas existentes entre as frequências das notas musicais da escala temperada;
- Criar modelos matemáticos (função exponencial e função logarítmica) com as frequências das escalas musicais.

#### Recursos necessários

- Analisador de Dados Casio EA-200;
- Calculadora Gráfica Casio (fx-CG20, fx-9860);
- Piano ou computador multimédia, equipado com colunas externas de som e ligação à Internet com emulador de um Piano Virtual (49 teclas; 4 escalas)

**Nota:** Para a realização da tarefa numeramos as teclas do piano de 1 a 49, como sugere a figura adiante.

### Calculadora Gráfica CASIO FX-CG20

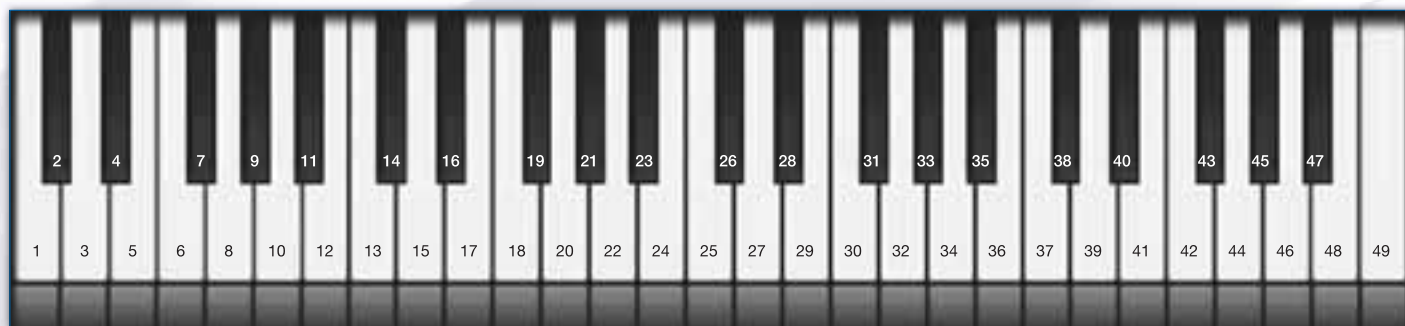
#### Características técnicas:

O ecrã de alta resolução com expressões em formato natural, permite a introdução de funções, raízes quadradas, expressões numéricas como vê representado no seu livro de texto

- Ecrã de alta definição com mais de 65.000 cores
- Função de colocar pontos numa imagem e vídeo
- 7 cores disponíveis em muitas aplicações
- Cor de ligação nos gráficos para fácil compreensão
- Simples ligação ao PC. Funciona como memória externa.
- Cabos incluídos
- Frações
- Passagem de decimal para fração e vice-versa
- 1ª e 2ª derivada numérica
- Sistema de equações (\* numérico \*) (max 6 incógnitas)
- Equações polinomiais (\* numérico \*) (max 6º grau)
- Cálculos estatísticos, Regressões e respetivos coeficientes
- Gráficos Estatísticos
- Tabela periódica (ADD-in)
- Folha de cálculo







A frequência do som emitido por cada tecla varia entre 64,935 e 1052,6 Hz

### Proposta de tarefa

O som é entendido como uma sensação auditiva, a qual é produzida por ondas sonoras. Estas ondas são geradas por objetos em vibração (ex: cordas vocais, instrumentos musicais, colunas de som). O fato de conseguirmos distinguir os diferentes sons deve-se aos seus atributos: altura, intensidade e timbre. A altura permite distinguir um som agudo de um som grave e está relacionada com o número de vibrações em cada unidade de tempo, isto é, com a frequência de vibração das ondas sonoras. A frequência está associada com a quantidade de ciclos completos (vibrações) de uma onda sonora, que ocorrem num período de 1 segundo, e é expressa em Hertz (Hz). O espectro de frequência que o ouvido humano pode entender abarca sons entre 20 Hz e 20 000 Hz.

Os sons com os quais podemos criar as nossas músicas constituem o que chamamos “escala musical”. O nome de oitava tem a ver com a seqüência das oito notas da escala: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si, Dó. Diz-se que o segundo Dó, último grau da escala está “uma oitava acima” do primeiro. Quando dizemos que um instrumento abrange cinco oitavas, estamos a afirmar que podemos tocar a nota Dó em cinco oitavas diferentes, desde o Dó mais grave, passando por Dó médio e chegando a um Dó mais agudo.

O compositor Johann Sebastian Bach (1685-1750) criou uma escala musical definindo uma regra lógica para a construção das notas. Esta escala, designada atualmente na música ocidental como escala temperada, contem doze semitons igualmente distribuídos por uma oitava, sendo designados por Dó, Dó#, Ré, Ré#, Mi, Fá, Fá#, Sol, Sol#, Lá, Lá#, Si e Dó.



A figura apresenta um segmento de um teclado de um piano que corresponde a uma oitava. As teclas brancas reproduzem os sons dos semitons: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si, Dó. As teclas pretas reproduzem os sons dos sustenidos: Dó#, Ré#, Fá#, Sol#, Lá#.

As tarefas que vai desenvolver pretendem dar a conhecer as relações matemáticas existentes na escala temperada.

### Tarefa 1

A tabela (I) que a seguir se apresenta faça corresponder às teclas 1, 13, 25, 37 e 49 do piano, a nota musical “DÓ” das sucessivas oitavas.

A tecla número 1 corresponde ao 1º DÓ.

A tecla número 13 corresponde ao 2º DÓ.

A tecla número 25 corresponde ao 3º DÓ.

A tecla número 37 corresponde ao 4º DÓ.

A tecla número 49 corresponde ao 5º DÓ.

( $d_n$ ) representa a sucessão das frequências dos sons produzidos pelos sucessivos  $n$  “DÓ’s”.

## 1.1- Complete a tabela (I)

Número da tecla	Termos da sucessão ( $d_n$ )	Pontos do gráfico ( $n, d_n$ )
1	$d_1 = \dots\dots\dots$	(1, _____)
13	$d_2 = \dots\dots\dots$	(2, _____)
25	$d_3 = \dots\dots\dots$	(3, _____)
37	$d_4 = \dots\dots\dots$	(4, _____)
49	$d_5 = \dots\dots\dots$	(5, _____)

1.2 - Tendo em conta a última coluna apresentada na tabela e recorrendo à calculadora, construa o diagrama de dispersão e encontre a regressão exponencial do tipo  $d_n = a \cdot b^n$

1.3 - Comente a afirmação: “A sucessão ( $d_n$ ) é uma progressão geométrica de razão 2”. Ou seja, no mundo da música, uma oitava é um intervalo entre uma nota musical e outra com o dobro da sua frequência.

**Tarefa 2**

Na tabela (II) pretende-se efetuar o registo das frequências das doze notas musicais da escala temperada. Sugere-se a escolha da oitava a que corresponde as teclas 25 a 37 do piano.

Número da tecla ( $n$ )	Frequência (Hz) ( $f_n$ )	Pontos do gráfico
25		(25, _____)
26		(26, _____)
27		(27, _____)
28		(28, _____)
29		(29, _____)
30		(30, _____)
31		(31, _____)
32		(32, _____)
33		(33, _____)
34		(34, _____)
35		(35, _____)
36		(36, _____)
37		(37, _____)

2.1 - Complete a tabela (II).

2.2 - Tendo em conta a última coluna apresentada na tabela (II) e recorrendo à calculadora, desenhe o gráfico e encontre a regressão exponencial do tipo  $f(n) = a \cdot b^n$

2.3 - Comente a afirmação: “ $f(n)$  é uma progressão geométrica de razão  $2^{\frac{1}{12}}$ ”. A nota musical Lá, que no piano utilizado corresponde à tecla 34, é o nome que se dá ao som que produz uma vibração de 440 Hz e serve como padrão de referência para a afinação de instrumentos musicais. O Lá 440 é a nota que se encontra acima do Dó central do piano. Assim, tendo em conta que a tecla número 34 tem a frequência de 440 Hz, e que a relação matemática entre as frequências de teclas consecutivas é uma progressão geométrica de razão  $2^{\frac{1}{12}}$ , podemos generalizar o modelo que permite obter a frequência de qualquer tecla do piano  $f(n) = 440 \times 2^{\frac{n-34}{12}}$ , sendo  $f(n)$  o valor da frequência (em Hz) da tecla  $n$ .

2.4 - Mostre que o número da tecla do piano pode ser expresso em função da frequência, em hertz, por  $N = 34 + 12 \log_2 \left( \frac{f}{440} \right)$

2.5 - Preencha a tabela tendo em conta a fórmula obtida anteriormente.

Frequência	Número da Tecla
349,23	
392,00	
440,00	
349,23	
349,23	
392,00	
440,00	
349,23	
440,00	
493,88	
523,25	

Frequência	Número da Tecla
440,00	
493,88	
523,25	
523,25	
587,33	
523,25	
493,88	
440,00	
349,23	
523,25	
587,33	

Frequência	Número da Tecla
523,25	
493,88	
440,00	
349,23	
349,23	
261,63	
349,23	
349,23	
261,63	
349,23	

2.6 - No piano toque as teclas correspondentes aos números obtidos pela ordem indicada e tente descobrir a canção reproduzida.

“A música é um exercício inconsciente de cálculos” (Leibniz, 1646-1716)

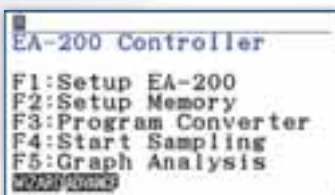
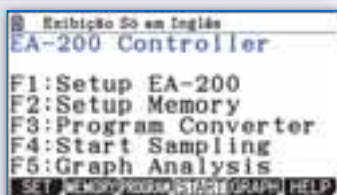


## Proposta de Resolução

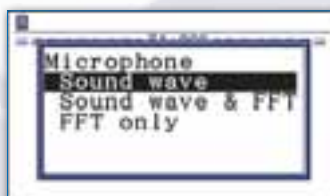
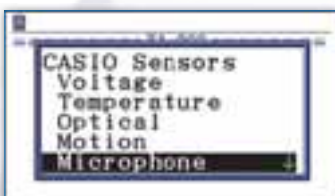
Ligue o Analisador de Dados Casio EA-200 à Calculadora Gráfica usando o cabo 3-pin  
Aceda na calculadora ao menu “E-CON2”



Selecione consecutivamente a tecla F1: para escolher “Setup EA-200” e “Wiz”

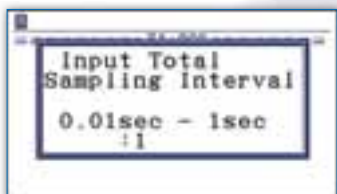


Selecione a tecla F1 para escolher “CASIO”. Escolha a opção “Microphone”. Escolha a opção “Sound wave”

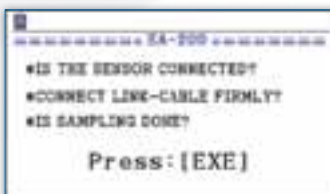
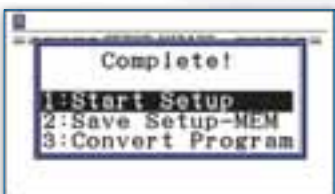
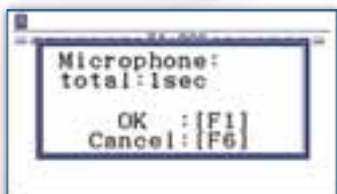


Defina o intervalo de tempo de gravação da nota musical entre 0 e 1 segundos.

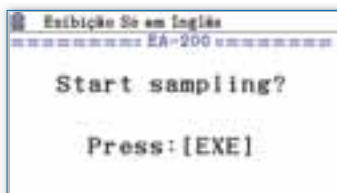
À medida que a frequência aumenta o intervalo de tempo diminui. Por exemplo: entre duas notas DÓ o intervalo de tempo deverá reduzir-se a metade.



Ao estar tudo configurado conforme o desejado, selecione F1. Para executar, selecione “Start Setup”. Antes de iniciar a recolha de dados, verifique se está tudo ligado e pronto para começar a recolha de dados. Em caso afirmativo, selecione a tecla [EXE]



Para iniciar a recolha de dados pressione [EXE] (na calculadora). Simultaneamente toque na tecla da nota no Piano



## Analizador de Dados EA-200

### Características técnicas:

O EA-200 destina-se a efetuar a medição de fenómenos que ocorrem sistematicamente no mundo real, como a temperatura, luz, diferença de potencial, som e muito mais.

- Recolha desde 50.000 até 120.000 dados por segundo.
- Utilização da memória ROM
- Compatível com a série Casio fx-9860
- Fonte de alimentação: 4 pilhas tamanho AA (LR6) e adaptador AC incluído (AD-C60024)
- Duração da pilha: 50 horas com pilhas LR6 (com o analisador ligado). A duração da pilha também depende da sonda que estiver ligada, do programa, etc.
- Dimensão: 32 (L) x 84 (A) x 246 mm (P)

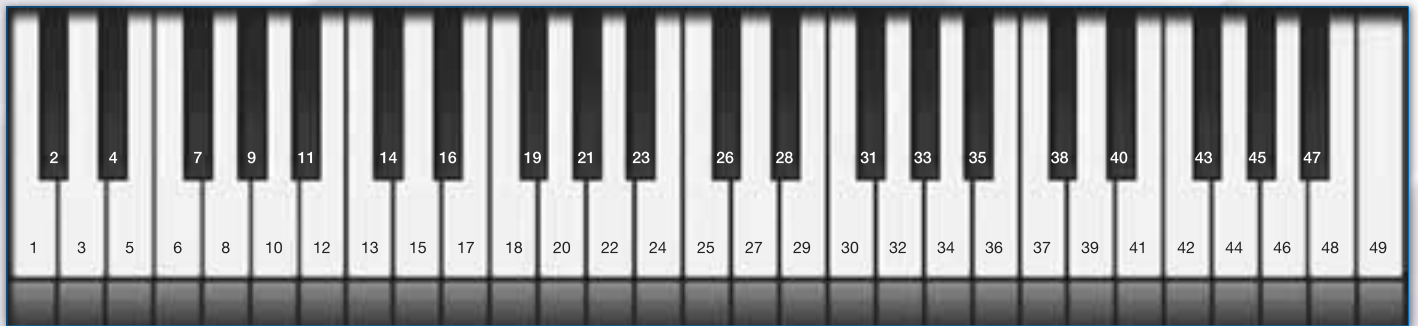
### Inclui:

- Analisador de dados Casio
- Sonda da Temperatura
- Sonda da Luz
- Sonda de diferença de potencial
- Sonda de som (incluída no equipamento)
- Cabo SB-82
- Adaptador AC: AD-A60024
- Estojo
- 4 pilhas alcalinas AA



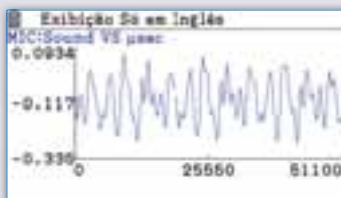
Atividade 1

Recolha de dados referente ao “DÓ” – teclas 1, 13, 25, 37 e 49

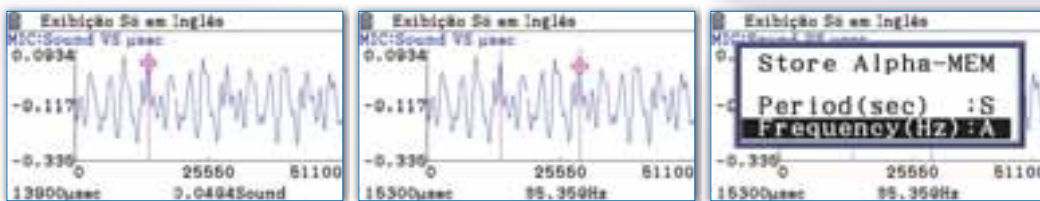


Toque na tecla da nota DÓ (tecla nº 1) do Piano e simultaneamente pressione “EXE” (na calculadora) para dar início à gravação dos dados (relação do tempo com o volume/intensidade).

O eixo das abcissas define a variável “tempo” em micro segundos.

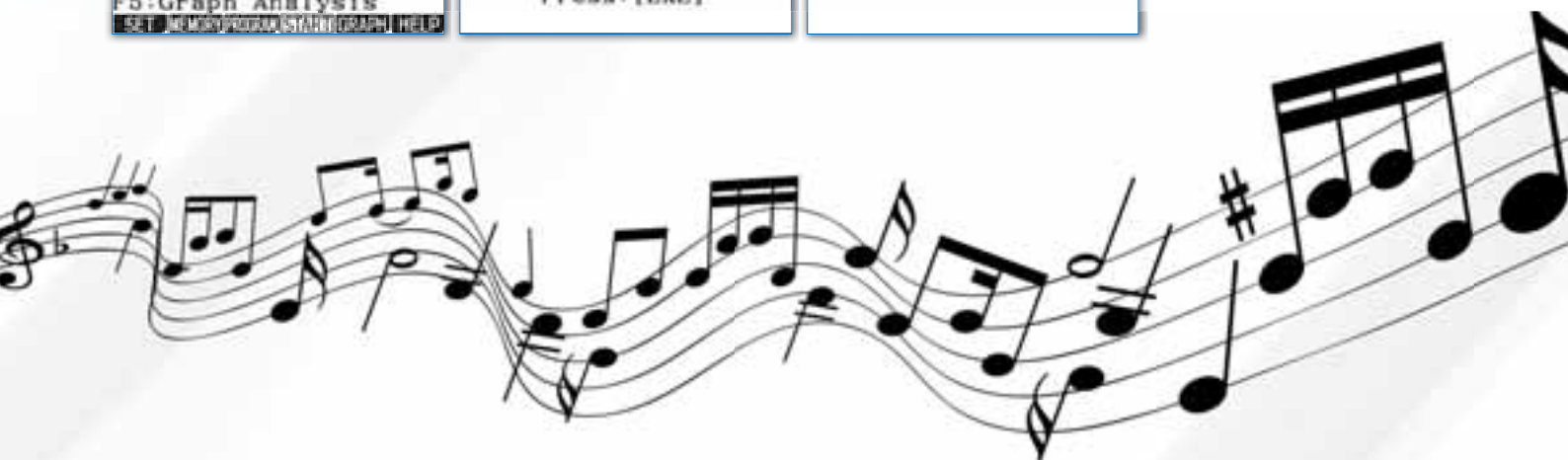
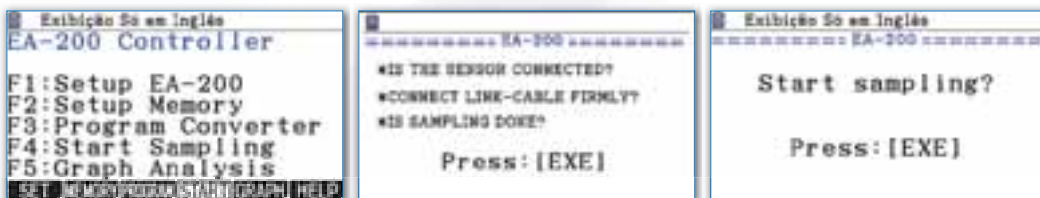


Utilize o “TRACE” (F1) da calculadora para identificar o máximo da função. Pressione a tecla EXE para o fixar e avance com o cursor para o máximo consecutivo, e assim determinar o período da função. A diferença das abcissas desses pontos dá o valor do período. A calculadora, simultaneamente, responde com o valor da frequência ( $f = \frac{1}{T}$ ). O período e a frequência desta nota são respetivamente 0,0153 segundos (15300 microssegundos) e 65,359 Hz. Podemos guardar a frequência numa variável alfanumérica, neste caso vamos guardar em A.



Repete-se esta experiência (recolha do valor da frequência da nota musical) para a tecla “DÓ” das oitavas seguintes.

Use a tecla F4 (Start), toque no “DÓ” e recolha os dados.



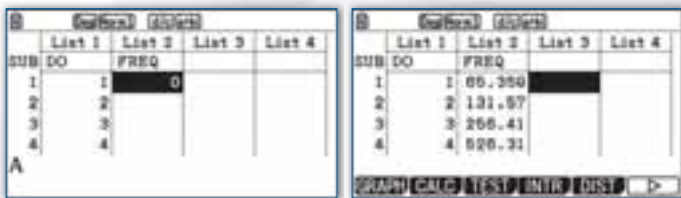


1.1-

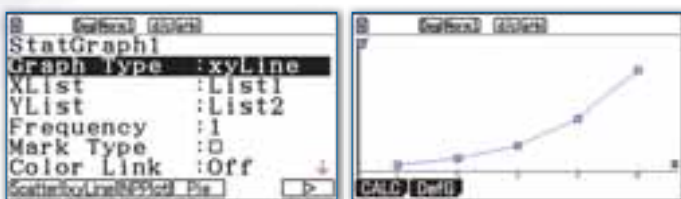
Refª Nota	Período (microsegundos)	Frequência (Hz)	Gráfico	
1	15300	65,359		
13	7600	131,57		
25	3900	256,41		
37	1900	526,31		
49	1000	1000		

1.2 - Depois de recolhido a frequência dos “DÓS”, introduza esses valores nas listas.

No menu Estatístico, na 1ª lista introduza o Dó. Na 2ª lista, introduza a respectiva frequência. Como memorizamos as frequências nas letras de A a E, introduza “A” na primeira célula da 2ª lista e assim sucessivamente.



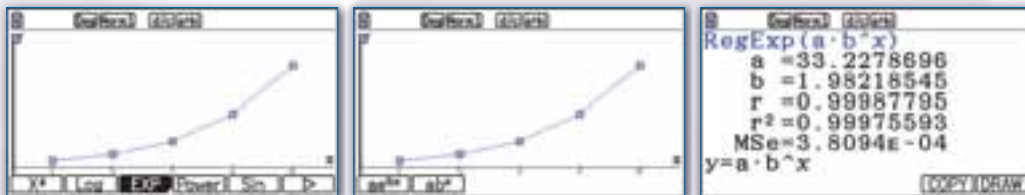
As duas listas, vão originar um gráfico. Para o desenhar, devemos fazer a sua configuração, conforme mostra a imagem seguinte. Depois de configurado, desenha o gráfico.



Peça uma regressão exponencial do tipo  $f(x) = a \cdot b^x$ .



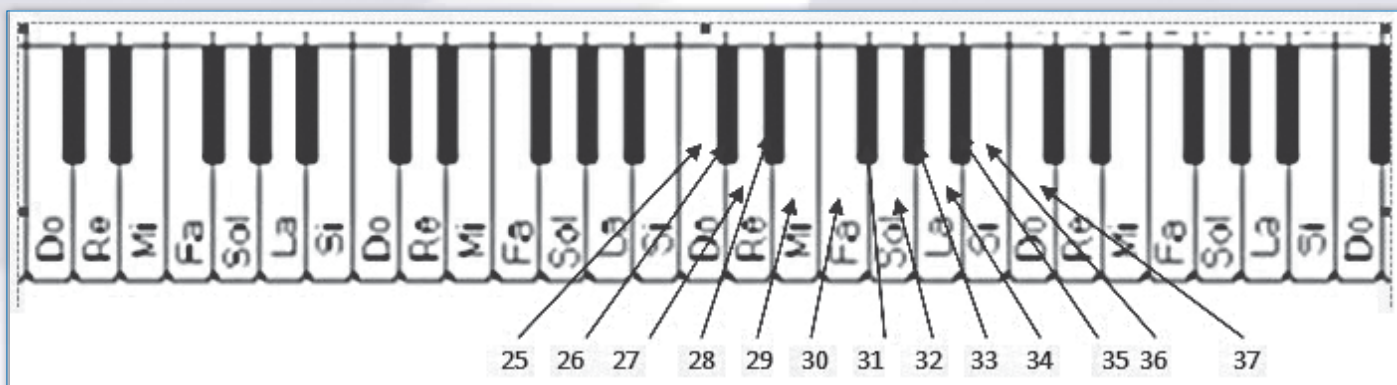
Selecionamos F1 (CALC), rodamos o menu (F6) até encontrar em F3 (EXP). Selecionamos o tipo de regressão desejada (F2) e obtemos os valores dos parâmetros da regressão.



1.3 - Verificamos que  $b = 1,98218545 \approx 2$ , e confirmamos que a razão das frequências de dois DO consecutivos é 2

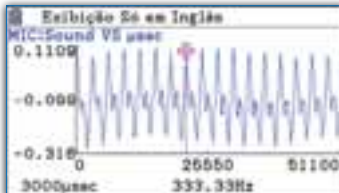
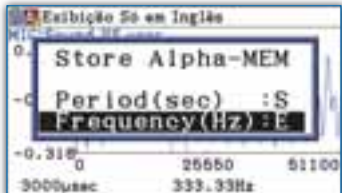
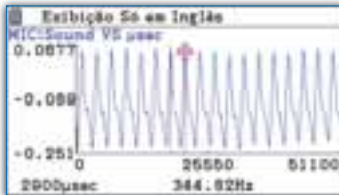
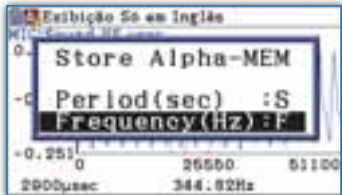
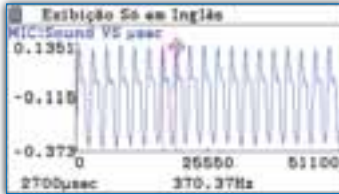
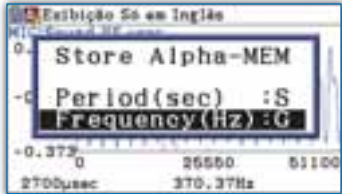
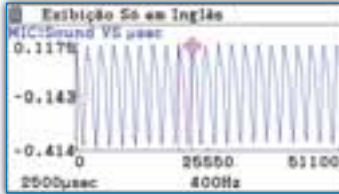
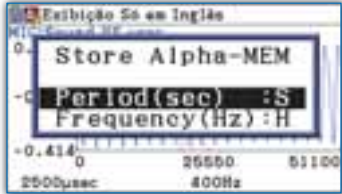
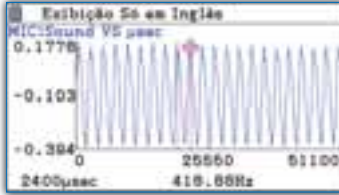
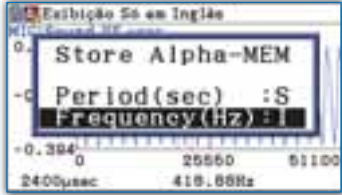
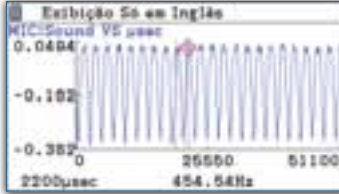
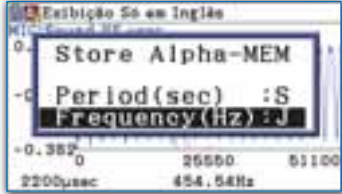
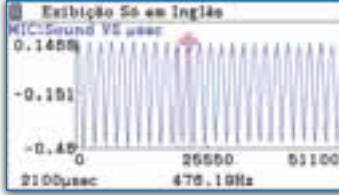
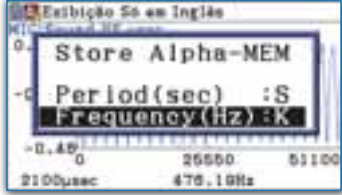
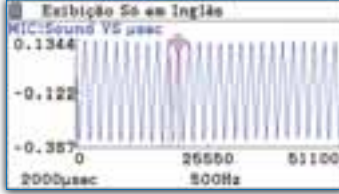
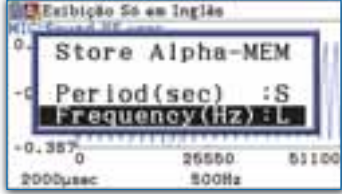

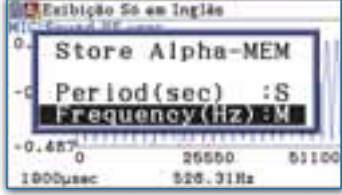
Atividade 2

Recolha de dados (“sound wave”) referentes à escala média (DÓ, DÓ#, RÉ, RÉ#, MI, FÁ, FÁ#, SOL, SOL#, LÁ, LÁ#, SI e DÓ: teclas 25 a 37)



2.1-

Ref. <sup>a</sup> Nota	Período (microsegundos)	Frequência (Hz)	Gráfico	
25	3800	263,15		
26	3600	277,77		
27	3400	294,11		
28	3200	312,5		

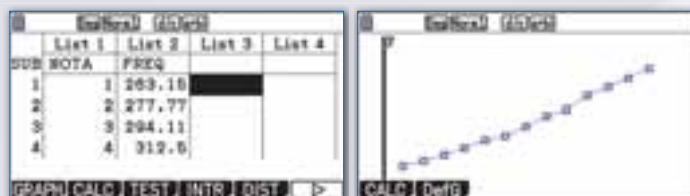
29	3000	333,33	 
30	2900	344,82	 
31	2700	370,37	 
32	2500	400	 
33	2400	416,66	 
34	2200	454,54	 
35	2100	476,19	 
36	2000	500	 
37	1900	526,31	 



2.2 - Introduza os valores (notas e frequência) nas listas. Memorize o valor das frequências em variáveis alfanuméricas. Assim basta corresponder cada célula da lista 2 a uma letra de A a M.

Sub	Nota	Freq	Letter
1	1	263.15	A
2	2	277.77	B
3	3	294.11	C
4	4	312.5	D

Estes valores originam um gráfico que conduz a uma regressão exponencial do tipo  $f(x) = a b^x$ .



Com o gráfico desenhado, vamos pedir a regressão exponencial  $b = 1,06081242$ , sendo, um valor aproximado de  $2^{\frac{1}{12}}$ .



2.3 - Confirma-se que os intervalos entre dois semitons consecutivos é de  $2^{\frac{1}{12}}$ .

2.4 - No menu da estatística, introduza o valor das frequências na lista 3. Coloque o cursor sobre a lista 4 e escreva a expressão  $N = 34 + 12 \log_2\left(\frac{\text{list 3}}{440}\right)$

Sub	Nota	FREQ	Letter
1	1	263.15	349.23
2	2	277.77	392
3	3	294.11	440
4	4	312.5	349.23

Para ter acesso ao log, entre em OPTN e na opção F3 (CALC). Rode a barra de ferramentas até e contrar em F1 (logab). Introduza a seguinte sintaxe  $\log_2(\text{list3}/440)$ .

Sub	Nota	FREQ	Letter
1	1	263.15	349.23
2	2	277.77	392
3	3	294.11	440
4	4	312.5	349.23

Ao pressionar EXE, na lista 4 é exibido o resultado.

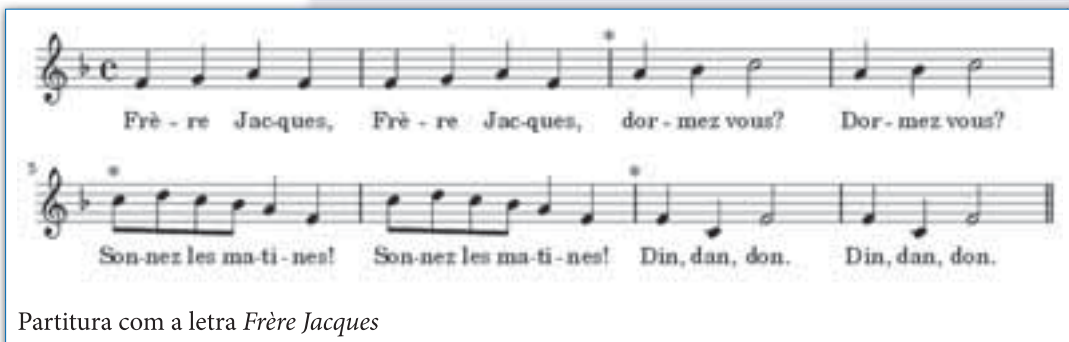
Sub	Nota	FREQ	Letter
1	1	263.15	349.23
2	2	277.77	392
3	3	294.11	440
4	4	312.5	349.23

Com os valores da lista 4 podemos preencher a tabela.

Frequência	Número da Tecla	Nota correspondente
349,23	30	Fá
392,00	32	Sol
440,00	34	Lá
349,23	30	Fá
349,23	30	Fá
392,00	32	Sol
440,00	34	Lá
349,23	30	Fá
440,00	34	Lá
493,88	36	Si
523,25	37	Dó
440,00	34	Lá
493,88	36	Si
523,25	37	Dó
523,25	37	Dó

587,33	39	Ré
523,25	37	Dó
493,88	36	Si
440,00	34	Lá
349,23	30	Fá
523,25	37	Dó
587,33	39	Ré
523,25	37	Dó
493,88	36	Si
440,00	34	Lá
349,23	30	Fá
349,23	30	Fá
261,63	25	Dó
349,23	30	Fá
349,23	30	Fá
261,63	25	Dó
349,23	30	Fá

A música é “Frère Jacques”



Frè - re Jac-ques, Frè - re Jac-ques, dor - mez vous? Dor - mez vous?  
 Son - nez les ma-ti - nes! Son - nez les ma-ti - nes! Din, dan, don. Din, dan, don.

Partitura com a letra *Frère Jacques*



**Atividade realizada por:**

Ana Cristina de Trigueiros Pinção, Ana Maria Loureiro Filipe  
 Branquinho Gomes, Bernardino Eugénio da Cruz Jorge, Carlos  
 Agostinho Antunes da Silva e Jorge Manuel Pacheco Carvalho  
 Adaptada por Ana Margarida Simões Dias

# TROQUE QUALQUER MODELO GRÁFICO MESMO AVARIADO POR UMA NOVA CASIO

**QUALQUER GRÁFICA**

IVA incluído à taxa de 23%  
Portes Gratuitos

**79,95€**      **70,11€**      **63,96€**

## Só para professores do grupo

500 (Mat.), 510 (F.Q.), 230 (Mat. e Ciências da Natureza), 430 (Economia e Contb.), 520 (Biologia), 550 (Inf.).

Marca da calculadora gráfica que envia para troca:

CASIO     TI     HP     Lexibook     Outra

Modelo que escolhe:

FX-CG 20 (79,95€)     FX-9860GII SD (70,11€)     FX-9860GII (63,96€)

**ATENÇÃO:** Forneça todos os dados correctamente. A falta de dados pode atrasar o envio da sua calculadora. A morada fornecida deve ter alguém para a receber. Sempre que possível forneça a morada da escola. USE LETRA MAIÚSCULA

Nome \_\_\_\_\_

Morada \_\_\_\_\_  
(preferência morada da escola)

Código Postal \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Localidade \_\_\_\_\_

Telemóvel \_\_\_\_\_ email \_\_\_\_\_

Número de contribuinte \_\_\_\_\_

**Anexe uma declaração de como é docente de um dos grupos acima referidos**

### Procedimento a ter:

- Envie a sua calculadora gráfica por correio, juntamente com uma declaração de docência e esta folha preenchida (não nos responsabilizamos pelos extravios)
- Depois de recepcionarmos a calculadora, declaração e dados pessoais, a CASIO Portugal irá entrar em contacto consigo, via email, para o informar da referência multibanco.
- Depois de efectuar o pagamento, irá receber na morada indicada a calculadora escolhida.

**Nota:** A CASIO pode terminar a campanha sem aviso prévio

**SÓ É PERMITIDA A TROCA DE UMA CALCULADORA POR PROFESSOR.**

### ENVIE TUDO PARA:

CASIO Portugal  
Rua do Pólo Sul Lote 1.01.1.1 4º A  
1990-273 Lisboa  
Telefone: 218 939 170

De acordo com a lei de protecção de dados pessoais, informamos que os seus dados recolhidos no presente formulário serão objecto de tratamento informático e serão guardados no ficheiro automatizado da responsabilidade da CASIO España S.L. Sucursal em Portugal, com a finalidade de gerir a sua encomenda nos termos previstos no formulário, bem como para serem utilizados em campanhas de *marketing* e de publicidade associadas à marca, sendo também utilizados para comunicar informação sobre os produtos, serviços e eventos da CASIO e ainda para solicitar a sua participação em estudos de mercado. Os dados pessoais recolhidos não serão cedidos ou transmitidos a terceiros.

A qualquer momento, e sem qualquer encargo, poderá aceder, corrigir, opor-se, cancelar ou proibir o tratamento dos referidos dados, para efeitos de *marketing* directo ou outros, escrevendo para a morada da CASIO, sita no Parque das Nações, Rua do Pólo Sul, Lote 1.01.1.1 4º Fracção A, 1990-273 Lisboa ou através do email fernandopontes@casio.pt." A CASIO reserva o direito de terminar uma campanha quando esta já não fizer sentido em termos comerciais. salvaguardando todos os pedidos anteriores há data em questão.





## Física 12º Ano

# Atividade Experimental 2.5 - Análise de circuito RC

### Introdução

A descarga de um condensador tem inúmeras aplicações no dia-a-dia. Alguns exemplos são: o *flash* de uma máquina fotográfica, o limpá pára-brisas e o *pacemaker*.

A equação que traduz a descarga do condensador é  $U(t) = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$  em que  $U$  e  $U_0$  são as diferenças de potencial aos terminais do condensador nos instantes  $t$  e  $t_0$ ,  $R$  é a resistência e  $C$  a capacidade do condensador

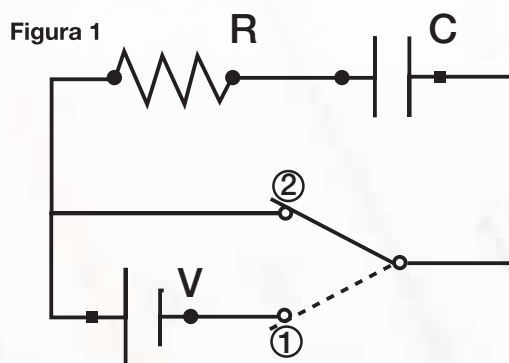
Neste trabalho verifica-se que a descarga de um condensador segue uma função exponencial e determina-se a capacidade do condensador.

### Procedimento Experimental

Para a realização deste trabalho constrói-se um circuito RC, que consiste num circuito em que uma resistência ( $R$ ) é ligada em série com um condensador ( $C$ ).

#### Material

EA 200  
Sonda de diferença de potencial  
Calculadora Fx-CG20  
Condensador de poliéster de  $100\mu\text{F}$   
Resistência de  $47\text{ k}\Omega$   
Fios de ligação  
Placa de contactos  
Pilha de 9,0V



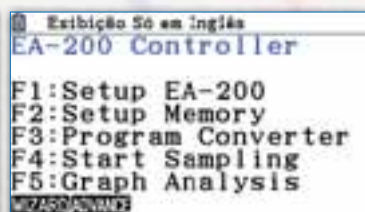
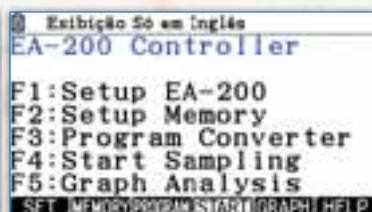
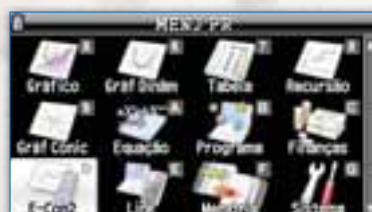
1 - Para carregar o condensador procede-se à montagem da figura 1 ilustrada pelas figuras 2 e 3. Na posição 1 procede-se à carga do condensador e, na posição 2, à sua descarga.



2 - Ligue a calculadora ao analisador de dados e este ao sensor de diferença de potencial num dos canais 1, 2 ou 3.

3 - Ligue a sonda de diferença de potencial (voltage probe) aos terminais do condensador (figura 4)

4 - Na calculadora, entre na aplicação E-Con2, pressione a tecla F1 (SET) e, em seguida, F2 (ADVANCE)



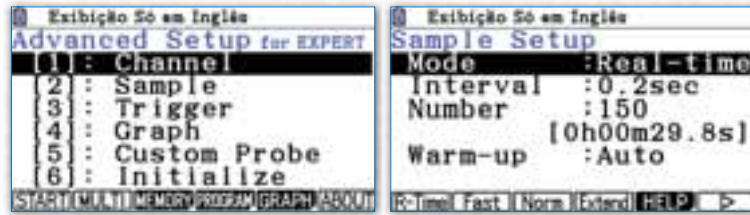
## Calculadora Gráfica Casio FX-9860GII e GII SD

### Características técnicas:

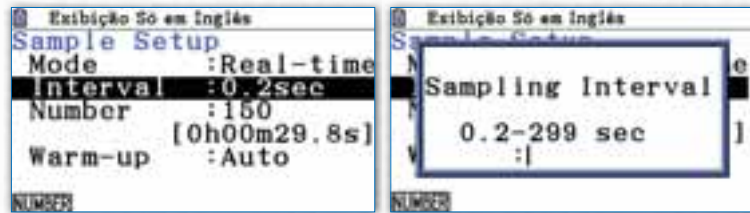
- 61 kB RAM/1,5 MB memória ROM atualizável
- V.P.A.M. natural perfeito – Entrada e resultados na forma natural
- Visor monocromático de 8 linhas de grandes dimensões
- Iluminação do visor
- Utilização simplificada graças às teclas de funções
- Resolução de equações com funções integrais, diferenciais e de probabilidade
- Conversão de unidades
- Função máximo e mínimo divisor comum
- Gráfico circular (tipo “queijo”), gráfico de barras
- Números inteiros aleatórios
- Funções financeiras
- Função adicional (Add-in) da geometria – Pré carregada
- Folha de cálculo
- eAtividades
- Gráficos dinâmicos
- Gráficos de inequações
- Gráficos de funções paramétricas
- Podem visualizar-se vários gráficos num único sistema de coordenadas
- Várias funções gráficas
- Tabela de valores
- Caixa rígida
- Intercâmbio de dados com o PC através do cabo USB incluído e muito mais



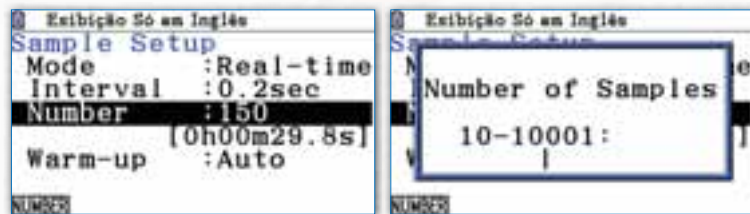
5. Prima a tecla 2 (Sample) para introduzir o intervalo entre contagens e o número total de contagens



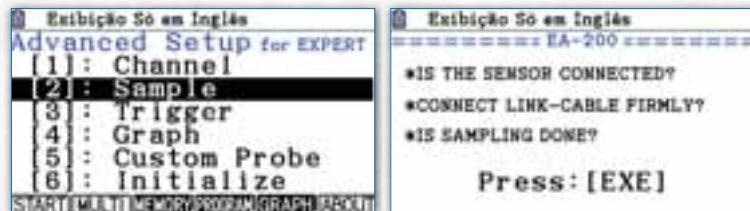
6. Para introduzir o intervalo de tempo entre contagens mova o cursor até Interval e prima F1 (Number). Introduza 0,2 e prima EXE



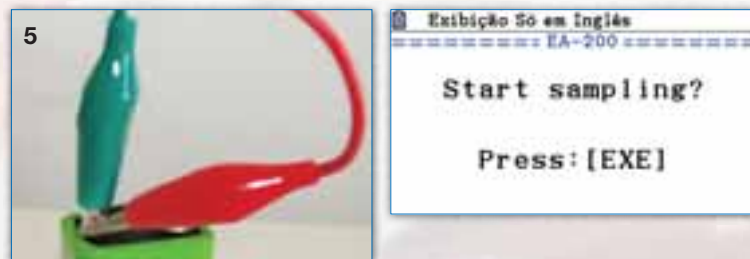
7. Para introduzir o número de contagens mova o cursor até Number e prima F1 (Number). Introduza 150 e prima EXE



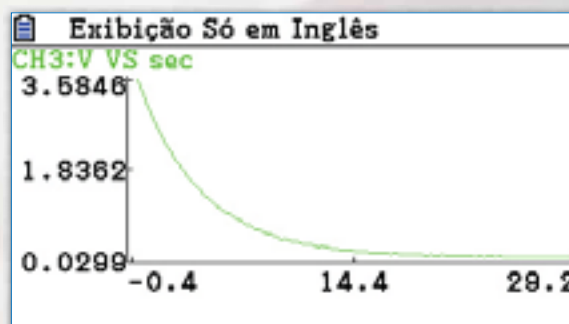
8. Prima EXIT. Volta ao Menu Advance Setup Expert e prima F1 (Start). Depois de verificar todas as ligações prima EXE.



9. Retire a fonte de tensão do circuito ligando os cabos ao mesmo terminal da pilha (figura 5) e prima imediatamente EXE para iniciar a recolha de dados



Quando terminar a recolha será exibido um gráfico semelhante ao seguinte

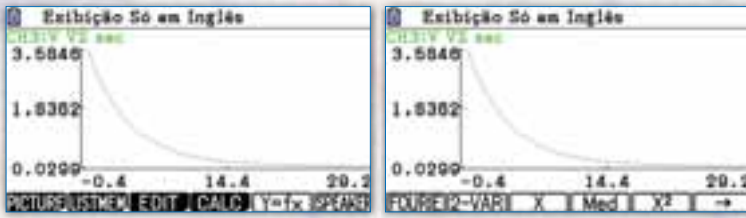




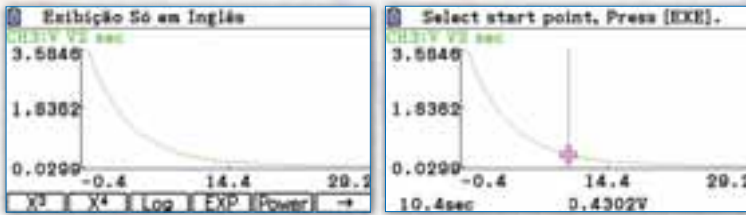
**Discussão**

Para verificar se o decréscimo da diferença de potencial nos terminais do condensador é exponencial procede-se da seguinte forma.

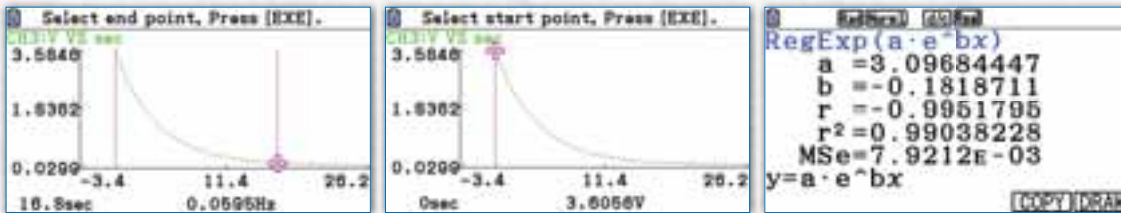
1. Prima a tecla OPTN e em seguida F4 (CALC)



2. Prima F6 (→) e, em seguida, F4 (EXP)



3. Mova o cursor sobre a curva e procure o instante a partir do qual os valores oscilam. No caso desta experiência esse instante ocorre aos 16,8 segundos.
4. Para seleccionar os pontos sobre o gráfico move-se o cursor sobre a curva até aos instante 0 segundos e prime-se EXE. Para seleccionar o segundo ponto move-se o cursor até ao instante 16,8 segundos e prime-se, novamente, EXE. São seleccionadas 84 contagens.



O valor de  $r^2 = 0,99$  sugere que a descarga de um condensador segue um decréscimo exponencial. Ao produto RC chama-se constante de tempo do circuito. A comparação das equações  $y=ae^{bx}$  e  $U(t) = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$  permite concluir que  $b = -\frac{1}{RC}$ , donde  $RC = -\frac{1}{b} = -\frac{1}{-0,1818711} = 5,49$

O valor teórico previsto para RC é 4,7 ( $47000 \times 100 \times 10^{-6}$ ) de onde se pode concluir que a capacidade real do condensador é, aproximadamente, 116  $\mu F$ , se considerarmos que a resistência tem o valor indicado pelo código de cores. Como a quarta cor é dourado a incerteza no valor da resistência é 5%. Se considerarmos o limite máximo para valor da resistência, isto é, 49350  $\Omega$ , a capacidade do condensador desce para 111  $\mu F$ . Não temos informação sobre a incerteza do condensador pelo que não podemos saber se o valor experimental se encontra dentro da margem de incerteza.

A constante de tempo teórica, igual a 4,7, representa o valor a partir do qual a diferença de potencial diminui para 37%. Esta determinação, se realizada previamente, permite uma seleção mais racional para o número de medidas e para o intervalo entre elas.

**Notas**

A actividade proposta nos manuais escolares usa a resistência interna do voltímetro como resistência do circuito. Tentámos realizá-la usando a resistência interna do analisador de dados e verificámos que em vez da descarga tender para zero tendia para 1,66 V. Este é o valor dado pelas leituras quando a sonda mede a diferença de potencial em vazio. A pesquisa pela rede electrónica permitiu aceder ao manual do analisador de dados no sítio <http://support.casio.com/pdf/004/EA-200.pdf>. Verifica-se na página 2.9.1. Verifica-se na secção 2.9.1 que a mesma experiência é realizada sem que a corrente de descarga passe pelo analisador de dados. Com esta alteração os resultados são os indicados acima se o valor da constante de tempo de circuito for da ordem de grandeza das unidades, conforme sugerido no sítio electrónico acima. A experiência foi tentada uma segunda vez e o valor de  $r^2$  obtido foi 0,995. Para outras ordens de grandeza do produto RC,  $r^2$  foi cerca de 0,966.

Actividade realizada no ambito de um Curso de Formação por Margarida Barros, Marta Melo, Augusto Moisés, Francisco Serafim Da Escola Secundária D. Manuel I em Beja



# FORMAÇÃO COM CASIO

Grupo CASIO + (Centro de Formação APM)

## ESCOLA SECUNDÁRIA DE AROUCA \*

- Arouca  
(Aguarda calendário)

## COLÉGIO DE SÃO GONÇALO \*



- Em Amarante (Sábados)  
Início: 9 de Março de 2013  
Fim: 4 de Maio de 2013

## ESCOLA SEC. QUINTA DAS FLORES \*



- Coimbra (4ª feira)  
Início: 3 de Abril 2013  
Fim: 5 de Junho 2013

## ESCOLA SEC. DE CASTRO VERDE \*

- A decorrer

## ZONA DO ESTORIL

- A decorrer  
Termina a 9 de Abril

## ZONA DE OEIRAS

- (4ª feiras do 3 período)

## ZONA DE LISBOA (2)

- (Junho)

## PROFMAT 2013



- Albufeira \*  
Domingo 24 de Março de 2013

## ESCOLA SECUNDÁRIA JOÃO DE DEUS \*

- Faro  
(Aguarda calendário)



**\* PELO GRUPO DE TRABALHO "CASIO + "**

Inscriva-se no site do centro de formação da APM <http://cformacao.apm.pt/>

# CASIO

# REVOLUTION

Mais de 20.000 horas sem lâmpada

# PROJECTORES CASIO

Os projectores Casio não utilizam lâmpadas, e por isso não existe necessidade de futuros investimentos em consumíveis. **JUNTE-SE À REVOLUÇÃO!**



**CAMPANHA  
DE RETOMAS**

Receba até **200€**  
na troca do seu velho  
projector, mesmo avariado e de qualquer  
marca\*

**Desde 28,00€ /mês\***

\* Valor de retoma para aquisição de modelos de >= a 3000 Ansi lumens e renting mensal para modelo XJ-A141 a 36 meses. (válido até 31/3/2013)



Parque das Nações Rua do Polo Sul, lote 1.01.1.1, 4º A  
1990-273 Lisboa  
T.: (+351) 21 893 91 70 | Fax: (+351) 21 893 91 79  
casioportugal@casio.pt

[www.casio.pt](http://www.casio.pt)

Parceiro de Renting:

**GRENKE®**  
We Finance Your Business

Sem custos  
de envio!

**DEPOIS DE DEVIDAMENTE  
PREENCHIDA, envie através  
de uma das seguintes formas:**

**Correio:****CASIO PORTUGAL**

Parque das Nações  
Rua do Pólo Sul, 1.01.1.1, 4.º A  
1990-273 Lisboa

**Email:** [anajorge@casio.pt](mailto:anajorge@casio.pt)

**Fax:** 218 939 179

IVA incluído à taxa de 23%

**Encomende facilmente:**

- Selecciona com uma cruz a calculadora desejada.
- Indique os seus dados pessoais.
- Envie a nota de encomenda por correio, fax ou email [anajorge@casio.pt](mailto:anajorge@casio.pt)
- Depois de recebermos a nota de encomenda preenchida, entraremos em contacto consigo para informar da entidade e referência multibanco.
- Faça o pagamento Multibanco.
- Após recebermos o pagamento, receberá a calculadora solicitada na morada que indicou num prazo de 5 a 10 dias úteis (salvo ruptura de stock).

**Nota importante:**

- Campanha válida para professores de Matemática (grupo 500) e de Física-Química, (grupo 510, 230, 430, 520 e 550).
- Quantidade limitada a uma calculadora da família FX-9860, FX-9750 ou FX CG-20.
- Quantidade limitada a uma calculadora por professor e por ano lectivo.
- A encomenda só fica validada após o carimbo da escola.
- A encomenda só fica validada após o envio da nota de encomenda devidamente preenchida e o seu pagamento.
- Não é possível o envio à cobrança.
- Não será emitida uma confirmação de encomenda.
- Se não receber a referência multibanco no prazo de 5 dias úteis, entre em contacto com os nossos serviços.
- A Casio suporta as despesas de envio.

**Contactos:**

Informações sobre entregas: 218 939 170

Informações Pedagógicas e sobre os produtos: [margaridadias@casio.pt](mailto:margaridadias@casio.pt) / 918 088 140

Aproveite agora este preço  
promocional exclusivo

ESTA NOTA DE ENCOMENDA PODE SER FOTOCOPIADA  
E ENTREGUE A OUTRO(A) COLEGA

 **FX-9860GII SD**

Preço professor: **98,40€** c/IVA


 **FX-9860GII**

Preço professor: **86,10€** c/IVA


 **FX-9750GII**

Preço professor: **61,50€** c/IVA


 **FX CG-20**

Preço professor: **110,70€** c/IVA



**ATENÇÃO:** Forneça todos os dados correctamente. A falta de dados pode atrasar o envio da sua calculadora. A morada fornecida deve ter alguém para a receber. Sempre que possível forneça a morada da escola.

Nome: \_\_\_\_\_

Morada: \_\_\_\_\_

Código Postal: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ Localidade: \_\_\_\_\_

Telemóvel: \_\_\_\_\_

Email: \_\_\_\_\_

Número de contribuinte: \_\_\_\_\_

Nome da escola: \_\_\_\_\_

Disciplina e nível que lecciona: \_\_\_\_\_

Carimbo da escola (certifico que é docente nesta escola da disciplina e nível indicado)

De acordo com a lei de protecção de dados pessoais, informamos que os seus dados recolhidos no presente formulário serão objecto de tratamento informático e serão guardados no ficheiro automatizado da responsabilidade da CASIO España S.L. Sucursal em Portugal, com a finalidade de gerir a sua encomenda nos termos previstos no formulário, bem como para serem utilizados em campanhas de *marketing* e de publicidade associadas à marca, sendo também utilizados para comunicar informação sobre os produtos, serviços e eventos da CASIO e ainda para solicitar a sua participação em estudos de mercado. Os dados pessoais recolhidos não serão cedidos ou transmitidos a terceiros.

A qualquer momento, e sem qualquer encargo, poderá aceder, corrigir, opor-se, cancelar ou proibir o tratamento dos referidos dados, para efeitos de *marketing* directo ou outros, escrevendo para a morada da CASIO, sita no Parque das Nações, Rua do Polo Sul, Lote 1.01.1.1 4º Fração A, 1990-273 Lisboa ou através do email [fernandopontes@casio.pt](mailto:fernandopontes@casio.pt).  
A CASIO reserva o direito de terminar uma campanha quando esta já não fizer sentido em termos comerciais, salvaguardando todos os pedidos anteriores há data em questão.