**FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA UFPA**

**LABORATÓRIO DE ELETRÔNICA E CIRCUITOS ELÉTRICOS**

**DISCIPLINA: LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS II**

**ALUNOS:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**EXPERIÊNCIA 1**

OSCILOSCÓPIO E GERADOR DE SINAIS

**CONTROLES DO OSCILOSCÓPIO**

**Objetivo:**

- Identificação dos controles do osciloscópio

- Verificação da atuação dos controles

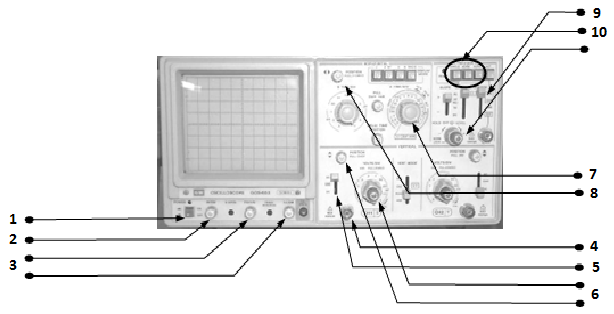
- Medidas de Tensão e Corrente

**Fundamento Teórico**

**ENTRADAS E CONEXÕES DO OSCILOSCÓPIO**

Existem muitos tipos de osciloscópios. Descrever todos os comandos de todos os tipos de osciloscópios existentes seria inviável. Entretanto, com o conhecimento de alguns controles, que consideraremos como sendo básicos, é possível operar diversos osciloscópios.

A figura 1 apresenta um modelo de osciloscópio *analógico* com painel de controle e entradas de sinal em primeiro plano.



**Figura 1: Osciloscópio Modelo OS 7040A. Contendo indicação de seus principais controles**

Os controles numerados de 1 a 10 são descritos a seguir

**1 – INTERRUPTOR**

Sua função é ligar ou desligar o equipamento. Sua atuação normalmente é acompanhada por uma lâmpada piloto que serve de aviso visual sobre a situação do circuito (ligado ou desligado).

Normalmente, este interruptor se encontra acoplado junto do potenciômetro de controle de brilho.

**2 – BRILHO OU LUMINOSIDADE**

É o controle que ajusta a luminosidade do ponto ou do traço. O controle do brilho é feito por meio de um potenciômetro, situado no circuito da grade de controle do TRC (Tubo de Raios Catódicos), mediante o qual se regula o potencial desta grade. Deve-se evitar o uso de brilho excessivo sob pena de se danificar a tela.

**3 – FOCO**

É o controle que ajusta a nitidez do ponto ou traço luminoso. O ajuste do foco é conseguido mediante a regulagem de um potenciômetro que regula a polarização do eletrodo de foco. O foco deve ser ajustado de forma a se obter um traço fino e nítido na tela.

OBSERVAÇÃO: Os ajustes de brilho e de foco são ajustes básicos que devem ser feitos sempre que se for usar o osciloscópio. Em osciloscópios mais modernos esses ajustes são automáticos.

**4 - ENTRADA DO SINAL**

Nesta entrada é conectado o cabo coaxial da ponta de prova do osciloscópio. Os sinais de tensão aplicados nesta entrada aparecem sob forma de onda na tela. A maioria dos osciloscópios possui duas entradas, denominadas de *canal 1* e *canal 2* (*CH1* e *CH2*) ou *canal A* e *canal B*

**5 - CHAVE DE SELEÇÃO DE MODO DE ENTRADA (*AC–0–DC*)**

A opção *AC* mostra o sinal sem sua *componente DC* (valor médio) e a opção *DC* mostra o sinal com sua componente *DC* (se houver). Em alguns osciloscópios esta chave possui três posições (*AC–0–DC* ou *AC–GND–DC*). A opção *0* ou *GND* desconecta o sinal de entrada. É usada para a realização de ajustes do traço do osciloscópio em algumas situações, por exemplo, quando se deseja uma referência na tela.

**6 – CHAVE SELETORA DE GANHO (*V/DIV*)**

Esta chave permite que se altere a escala de leitura da tensão na tela do osciloscópio (eixo vertical) para uma leitura mais precisa. Note que ela não altera a amplitude do sinal de entrada.

**7 – CHAVE SELETORA DE BASE DE TEMPO**

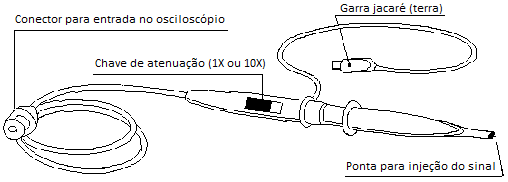
Esta chave permite que se altere a escala de leitura de tempo na tela do osciloscópio (eixo horizontal) para uma leitura mais precisa. Note que ela não altera o período do sinal.

**8 –CHAVE DE DESLOCAMENTO HORIZONTAL E VERTICAL**

São ajustes que permitem deslocar o sinal horizontalmente para a direita ou para a esquerda, ou verticalmente para cima ou para baixo. Esses controles de posição não interferem na forma de onda do sinal na tela.

**PONTAS DE PROVA**

As pontas de prova são utilizadas para interligar o osciloscópio aos pontos de medida (figura 2).



**Figura 2: Ponta de prova de um osciloscópio**

Uma das extremidades do cabo coaxial é conectada a uma das entradas do osciloscópio através de um conector e a extremidade livre serve para conexão aos pontos de medida. A extremidade livre possui uma garra jacaré, denominada de terra da ponta de prova, que deve ser conectada ao nó terra do circuito e uma ponta de entrada de sinal, que deve ser conectada ao ponto de medição.

**ATENUAÇÃO DA PONTA DE PROVA**

Em geral, a ponta de prova de um osciloscópio vem com uma chave seletora que permite atenuar o sinal de entrada em *10* vezes, ou *100* vezes ou até mesmo em *1000* vezes. Essa atenuação é denotada por

**1X ou 1:1** - se caracteriza por aplicar à entrada do osciloscópio a mesma tensão ou forma de onda que é aplicada a ponta de medição.

**10X ou 10:1** - entrega ao osciloscópio apenas a décima parte da tensão aplicada a ponta de medição.

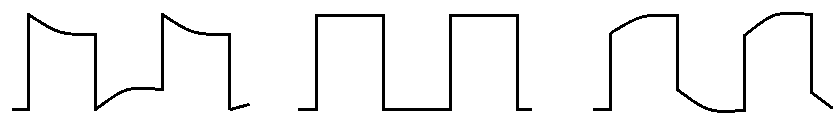
Assim, se a chave da ponta de prova está na posição *10:1* ou *10X*, o osciloscópio consegue observar tensões dez vezes maiores que a sua capacidade. Por exemplo: Um osciloscópio que permite a leitura de tensões de *50V* com ponta de prova em *1X*, com ponta de prova em *10X* poderá medir tensões de até *500V* (*10×50V*).

OBSERVAÇÃO: Quando não se tem total certeza da grandeza da tensão envolvida é aconselhável iniciar a medição com a posição *10X*.

**COMPENSAÇÃO DA PONTA DE PROVA**

Quando se conecta a ponta de prova pela primeira vez é necessário casar a ponta de prova com o canal, seguindo os seguintes passos

1. Selecione a atenuação para *10X* e conecte a ponta de prova no canal 1. Conecte as outras extremidades aos *conectores de saída para calibração* do osciloscópio.
2. Observe a forma da onda exibida na tela.



Sobre compensada Corretamente compensada Sub compensada

1. Se uma onda sobre compensada ou sub compensada aparecer, o capacitor variável contido na ponta de prova deve ser ajustado com uma chave de fenda de cabo não metálico, até que a forma de onda fique corretamente compensada.

**O OSCILOSCÓPIO DIGITAL**

Como o osciloscópio que iremos utilizar é digital, vejamos algumas características peculiares deste osciloscópio antes de partirmos para a prática

- **Função *Autoset*:** realizada pela tecla [AUTO], quando pressionada, o osciloscópio configura automaticamente a deflexão vertical, a base de tempo e o modo de trigger para uma escala mais apropriada de leitura do sinal. Se necessário, ajusta-se manualmente, após o autoset, uma forma de onda mais apropriada.

- **Acoplamento de medição:** pressionando [CH1] ou [CH2] e em seguida a função [F1] (AC-GND-DC), o osciloscópio elimina a componente constante do sinal quando estiver na opção AC, ou mostra o sinal com sua componente quando estiver na opção DC. Na posição GND, o sinal é aterrado. Lembre-se que a componente DC de um sinal é o seu *valor médio* dentro de um período.

- **Limite de BW:** Escolhendo a função [F2], então, quando na opção ON, limita a banda em *20 MHz* para reduzir o ruído e quando na opção OFF, usa toda a largura de banda

- **VOLTS/DIV:** Usando a função [F3], então, quando na opção COARSE TUNE (ajuste grosso), muda o fator de deflexão em passos de *1-2-5*. Quando na opção FINE TUNE (ajuste fino), faz um ajuste fino da deflexão para uma melhor resolução

- **Atenuação da ponta de prova:** pressionando [CH1] ou [CH2] e em seguida a função [F4] (*1x, 10x, 1000x*), o osciloscópio seleciona o fator de atenuação compatível com a posição da chave na ponta de prova

- **Função Set to zero:** quando pressionada, o osciloscópio reinicia a posição vertical dos dois canais.

- **SEC/DIV:** para mudar a configuração da base de tempo gire o controlador de escala horizontal (scale). A faixa da escala horizontal varia entre *5 ns* a *50 s*, em passos de *1-2-5*. Não confunda com o controlador de posição horizontal que provoca mudança no gatilhamento (trigger) do sinal. Quando a base de tempo é selecionada em *50 ms/div* ou mais lenta, o osciloscópio opera no modo de varredura lenta. Quando se observa sinais de *freqüências baixas*, é aconselhável utilizar o *modo de acoplamento DC*.

- **Janela de expansão:** pressione a tecla [MENU] para exibir o menu de ZOOM. Neste menu pressione [F3] para ativar a janela de expansão. Então pressione [F1] para sair e retornar a base de tempo principal. Pode-se também configurar o tempo de HOLDOFF com esse menu.

Enfim, para não se perder na “floresta” de botões e opções é bom notar que estes podem ser divididos em poucos grupos: (a) *controle dos canais 1 e 2*; (b) *controle do eixo horizontal*; (c) *controle do trigger*; (d) *controle de execução (run control)*; (e) *ferramenta de medidas (mesure, cursor)*; (f) *apresentação (display)*; (g) *controles de menu*; (h) *ferramentas de memória*; (i) *operações matemáticas*.

O controle horizontal tem também uma ferramenta importante: no menu horizontal podemos escolher se o eixo horizontal corresponde ao tempo ou à tensão do canal 2. Normalmente usamos o tempo como eixo horizontal (*opção Y-T*). Mas, em certas ocasiões pode ser interessante olhar a correlação entre as tensões dos dois canais (*opção X-Y*). Para selecionar uma dessas opções, pressione a tecla [DISPLAY].

**GERADOR DE SINAIS**

A maioria dos geradores de sinais gera uma tensão periódica na forma de uma senoide, de uma rampa (triangular) ou de um pulso (retangular). As amplitudes dessas tensões podem variar de *0* até um valor máximo estipulado pelo fabricante. A freqüência fundamental também pode ser variada desde alguns Hz até algumas dezenas de MHz.

Alguns geradores permitem o acréscimo de uma componente DC (off set) ao sinal periódico gerado, e, para sinais de formato triangular ou retangular, alguns equipamentos permitem que se varie o ciclo de trabalho (duty cicle) dessas ondas.

OBSERVAÇÃO: O gerador de sinais, embora gere uma tensão, ele não é uma fonte de tensão propriamente dita, que sirva para alimentar equipamentos de potência.

**EXPRESSÃO DE UMA FUNÇÃO SENOIDAL A PARTIR DO SEU GRÁFICO**

Os procedimentos listados a seguir é muito útil quando se quer obter a expressão de uma senoide vista, por exemplo, no osciloscópio. Para a função ser expressa *em termos de um cosseno*, segue-se os seguintes passos:

1. Meça a amplitude de pico, *A*, em volts. Para maior precisão, é aconselhável medir a amplitude pico a pico, *2A*.
2. Meça o período T em segundos e calcule *ω* em *rd/s*.
3. Meça a amplitude da senoide em um instante escolhido, *t1*, na subida ou na descida da curva.
4. Calcule a fase como sendo:

, se *v(t)* está aumentando no instante *t1*.

Ou

, se *v(t)* está diminuindo no instante *t1*.

Por exemplo, a figura 9-5, mostram duas senoides obtidas num osciloscópio onde, no instante *t1 = 0,135 s,* suas amplitudes são: *va(t1) = vb(t1) = 5,50 V*. A amplitude de pico das duas é *A = 10 V* e o período é *T = 0,2 s*.

Assim, no instante *t1*, a senoide *va(t)* está aumentando e a senoide *vb(t)* está diminuindo, portanto, as fases de cada uma (em radianos) são:

ou 60º

ou 174º

Logo, as tensões podem ser expressas como:

e

Gráfico, Gráfico de linhas

Descrição gerada automaticamente

**Fig. 9-5: Senoides exibidas no osciloscópio.**

**PARTE PRÁTICA**

**OBSERVAÇÕES INICIAIS**

**ANTES DA MONTAGEM DE QUALQUER EXPERIÊNCIA É IMPORTANTE TESTAR A CONTINUIDADE DE CADA CABO UTILIZADO NA CONEXÃO DOS EQUIPAMENTOS**

**EM TODAS AS MEDIDAS EFETUADAS, NÃO SE ESQUEÇA DE ANOTAR A UNIDADE DE MEDIDA UTILIZADA.**

**EM QUALQUER MEDIDA USE SEMPRE DUAS CASAS DECIMAIS, FAZENDO O DEVIDO ARREDONDAMENTO.**

**Equipamento:** Osciloscópio; Fonte DC; Gerador de Sinais.

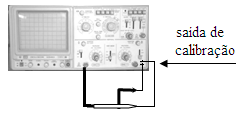
1) **Familiarização com o osciloscópio**

O osciloscópio é um instrumento muito sensível à tensão, ou seja, em essência, é um voltímetro de alta impedância, com a vantagem de mostrar na tela essa tensão em função do tempo (forma de onda). Para se determinar o valor de tensão medido, multiplica-se o número de divisões no eixo vertical em relação a um referencial, pelo valor indicado na posição da chave seletora de ganho vertical.

OBSERVAÇÃO: Contam-se as divisões pelo ***número de quadrículas*** na tela. Os ***tracinhos*** *são subdivisões* de cada quadrícula, em geral num total de *5*.

**Parte experimental**

a) Use a *saída de calibração* (são dois terminais no canto inferior direito) do próprio osciloscópio para ser injetada no *canal 1* conforme montagem da figura abaixo:



1. Esboce a forma de onda observada (ou fotografe-a).

(2) Usando o recurso VOLT/DIV e SEC/DIV, calcule os seguintes parâmetros:

Amplitude Pico a Pico (*VPP*): \_\_\_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_\_

No DIV ESCALA

Período Fundamental (*To*): \_\_\_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_\_

No DIV ESCALA

Freqüência Fundamental: (*fo = 1/To*): \_\_\_\_\_

(**2**) Usando o recurso MEASURE (no caso do osciloscópio digital)

Amplitude Pico a Pico (*VPP*): *VPP* = \_\_\_\_\_\_

Período (*To*): *To* = \_\_\_\_\_\_ Freqüência Fundamental: *fo* = \_\_\_\_\_\_

b) Descreva o que acontece com a forma de onda, usando os acoplamentos AC e DC

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**2)** **Medida de tensão contínua**

a) Monte a configuração da figura abaixo e selecione os seguintes valores de tensão contínua para a fonte:

*5,00 V, 7,50V, 10,00 V e 12,50 V* . Para cada um desses valores, anote as indicações do osciloscópio conforme solicitado abaixo

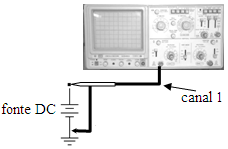
(**1**) Usando o recurso VOLT/DIV

Amplitude Contínua (*VDC*): *VDC* = \_\_\_\_\_\_ × \_\_\_\_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_\_

No DIV ESCALA

(**2**) Usando o recurso MEASURE

Amplitude Contínua (*VDC*): *VDC* = \_\_\_\_\_\_



b) Descreva o que acontece na tela do osciloscópio quando a fonte DC ou a posição do cabo do osciloscópio é invertida.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

c) Substitua a fonte DC por um gerador de sinais com saída senoidal de freqüência *1 KHz* e escolha quatro valores diferentes de tensão pico a pico do gerador e faça as mesmas anotações do item (a)

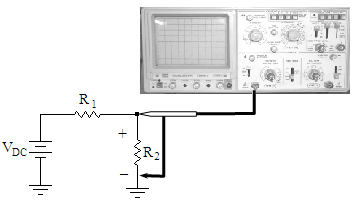
OBSERVAÇÃO: Como se vê, dependendo do valor a se medir, existe uma posição da chave seletora de ganho vertical e da base de tempo, em que se torna mais fácil a leitura. Sempre que se for realizar alguma leitura de tensão deve-se procurar colocar as chaves seletoras (horizontal e vertical) tal que, pelo menos um ciclo da figura mostrada, preencha a maior área possível da tela do osciloscópio, para que o número de divisões tenha uma leitura mais precisa.

**3) Medida de corrente com o osciloscópio**

Como o osciloscópio mostra sempre uma tensão em função do tempo, a medida de corrente feita com o osciloscópio é efetuada de *forma indireta*, sobre um resistor que esteja inserido no percurso da corrente, onde se mede a tensão sobre ele e, através da lei de Ohm calcula-se a corrente.

a) Escolha dois resistores de valores diferentes, *R1 =* \_\_\_\_ e *R2 =* \_\_\_\_ , e monte a configuração mostrada na figura abaixo e escolha uma tensão para a fonte DC, *VDC* = \_\_\_\_, tal que seja possível fazer a leitura de tensão em *R2*. Calcule, então, a corrente em *R2* pela lei de Ohm

IR2 = VR2 / R2 = \_\_\_\_



**OBSERVAÇÕES FINAIS**

**AO TÉRMINO DAS EXPERIENCIAS NÃO DESCONECTE OS CABOS DOS EQUIPAMENTOS. DESLIGUE APENAS A ALIMENTACAO**

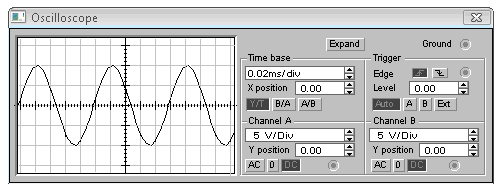
**FAZ PARTE DO RELATORIO, RESPONDER A PROBLEMATICA ABAIXO**

**PROBLEMÁTICA**

1) A figura abaixo mostra na tela de um osciloscópio uma tensão senoidal que foi injetada no *canal A*.

a) Estime os seguintes parâmetros dessa senoide: *tensão de pico*, *freqüência* e *valor eficaz*

b) Escreva a *função cosseno*, no tempo, que representa essa forma de onda.



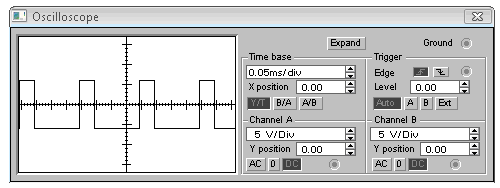
**Resposta***: a) Vp = 10 V; f = 10 KHz; Vef = 7,07 V*

*b) v(t) = 10 cos(20000πt + 57,6º) ou -302,4º*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

2) Para a tensão periódica mostrada na tela do osciloscópio da figura abaixo, injetada no *canal B*, estime

a) Tensão de pico a pico b) Frequência fundamental



**Resposta:** *a) 12 V; b) 5 KHz*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

3) Para a tensão periódica do problema 2 calcule:

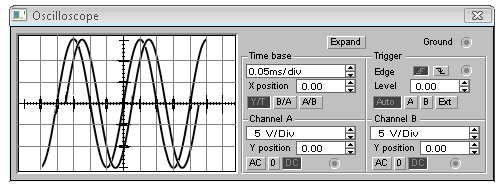
a) O valor eficaz b) A componente DC c) O ciclo de trabalho (*Duty Cicle*) dos pulsos positivos

**Resposta:** *a) 6 V; b) -3 V; c) 25%*

*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*

4) A figura abaixo mostra duas senoides de mesma freqüência, na tela de um osciloscópio. Estime:

a) A frequência das senoides b) A defasagem, em graus, entre as duas senoides.



**Resposta:**  *a) 5 KHz; b) 45º*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5) Uma senoide mostrada na tela de um osciloscópio forneceu os seguintes dados para um estudante: frequência *5 Hz*, amplitude de pico *15 V*, amplitude no instante *0,15 s* igual a *10,6 V* na subida da curva. Escreva a função cosseno correspondente a essa senoide. (vide fórmula vista nesta experiência)

**Resposta***:*