

# ATIVIDADES PRÁTICAS SUPERVISIONADAS

## Engenharia de Controle e Automação

3ª Série  
Física III

A atividade prática supervisionada (ATPS) é um procedimento metodológico de ensino-aprendizagem desenvolvido por meio de um conjunto de etapas programadas e supervisionadas e que tem por objetivos:

- ✓ Favorecer a aprendizagem.
- ✓ Estimular a corresponsabilidade do aluno pelo aprendizado eficiente e eficaz.
- ✓ Promover o estudo, a convivência e o trabalho em grupo.
- ✓ Desenvolver os estudos independentes, sistemáticos e o autoaprendizado.
- ✓ Oferecer diferentes ambientes de aprendizagem.
- ✓ Auxiliar no desenvolvimento das competências requeridas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação.
- ✓ Promover a aplicação da teoria e conceitos para a solução de problemas práticos relativos à profissão.
- ✓ Direcionar o estudante para a busca do raciocínio crítico e a emancipação intelectual.

Para atingir esses objetivos a ATPS propõe um desafio e indica os passos a serem percorridos ao longo do semestre para a sua solução.

A sua participação nessa proposta é essencial para que adquira as competências e habilidades requeridas na sua atuação profissional.

Aproveite essa oportunidade de estudar e aprender com desafios da vida profissional.

**AUTORIA:**

Neilo Marcos Trindade  
AESA

## COMPETÊNCIAS E HABILIDADES

Ao concluir as etapas propostas neste desafio, você terá desenvolvido as competências e habilidades que constam nas Diretrizes Curriculares Nacionais descritas a seguir.

- ✓ Identificar, formular e resolver problemas de Engenharia.
- ✓ Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas.
- ✓ Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica.
- ✓ Avaliar o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental.

### Produção Acadêmica

- Relatório sobre Medidas de Segurança em uma Fábrica quanto a fenômenos eletromagnéticos.

### Participação

Essa atividade será, em parte, desenvolvida individualmente pelo aluno e, em parte, pelo grupo. Para tanto, os alunos deverão:

- organizar-se, previamente, em equipes de participantes a ser definida pelo professor; entregar seus nomes, RAs e *e-mails* ao professor da disciplina e observar, no decorrer das etapas, as indicações: Aluno e Equipe.

### Padronização

O material escrito solicitado nessa atividade deve ser produzido de acordo com as normas da ABNT<sup>1</sup>, com o seguinte padrão:

- em papel branco, formato A4;
- com margens esquerda e superior de 3cm, direita e inferior de 2cm;
- fonte *Times New Roman* tamanho 12, cor preta;
- espaçamento de 1,5 entre linhas;
- se houver citações com mais de três linhas, devem ser em fonte tamanho 10, com um recuo de 4cm da margem esquerda e espaçamento simples entre linhas;
- com capa, contendo:
  - nome de sua Unidade de Ensino, Curso e Disciplina;
  - nome e RA de cada participante;
  - título da atividade;
  - nome do professor da disciplina;
  - cidade e data da entrega, apresentação ou publicação.

## DESAFIO

“Farinha, malte, café instantâneo, açúcar e leite em pó têm sido a causa de muitas explosões na indústria alimentícia em anos recentes. As estatísticas mostram que mais de 30% das explosões, envolvendo pós ocorreram na indústria alimentícia e de ração animal. Além de danos físicos e fatalidades, essas explosões acabam por causar interrupção de

---

<sup>1</sup> Consultar o Manual para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos. Unianhanguera. Disponível em: [http://www.unianhanguera.edu.br/anhanguera/bibliotecas/normas\\_bibliograficas/index.html](http://www.unianhanguera.edu.br/anhanguera/bibliotecas/normas_bibliograficas/index.html).

negócios e perdas financeiras. Dependendo da severidade do incidente, o tempo de parada e as perdas de produção podem se estender de semanas até meses. Pagamento de indenizações, tempo necessário para conduzir uma investigação, fazer mudanças na planta existente e reprojeter, adquirir e comissionar novas instalações acaba sendo o resultado de lições aprendidas tardiamente. Em alguns casos a planta poderá estar totalmente condenada.”

Fonte: **Explosões**. Disponível em:<[www.processos.eng.br/Portugues/PDFs/explosoesl.pdf](http://www.processos.eng.br/Portugues/PDFs/explosoesl.pdf)>. Acesso em 10 abril 2012.



**Figura 1 – Caso de uma planta após a explosão**

Fonte: **Explosões**. Disponível em:<[www.processos.eng.br/Portugues/PDFs/explosoesl.pdf](http://www.processos.eng.br/Portugues/PDFs/explosoesl.pdf)>. Acesso em 10 abril 2012.

O desafio é investigar o que pode ocasionar a explosão de uma fábrica na área de indústria alimentícia e promover medidas de segurança do empreendimento em relação aos fenômenos elétricos e magnéticos, comparada com o estudo de caso de uma fábrica de chocolate que é relatado por meio do seu Livro-texto e está relatado abaixo.

“O mistério do chocolate em pó. Explosões provocadas por descargas elétricas (centelhas) constituem um sério perigo nas indústrias com pós muito finos. Uma dessas explosões aconteceu em uma fábrica de biscoitos na década de 1970. Os operários costumavam esvaziar os sacos de chocolate em pó que chegavam à fábrica em uma bandeja, na qual o material era transportado através de canos de plástico até o silo onde era armazenado. No meio desse percurso duas condições para que uma explosão ocorresse foram satisfeitas: **(1° condição)** o módulo do campo elétrico ultrapassou  $3,0 \times 10^6$  N/C, produzindo uma ruptura dielétrica do ar; **(2° condição)** a energia da centelha resultante ultrapassou 150 mJ, fazendo com que o pó explodisse.

Como parte também da investigação da explosão ocorrida na fábrica de biscoitos, o potencial elétrico dos operários foi medido enquanto esvaziavam sacos de chocolate em pó em uma bandeja, produzindo uma nuvem de pó de chocolate. ”

Fonte: HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Física II**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2009.

## Objetivo do desafio

O desafio é promover medidas de segurança quanto aos fenômenos elétricos e magnéticos numa fábrica na área de indústria alimentícia, comparada com o estudo de caso

acima, de acordo com as informações dadas em cada etapa. Este desafio é importante para que o aluno adquira uma sólida base conceitual dos fatores necessários para a elaboração de projeto, capacitando o aluno a aplicar a teoria estudada em sala de aula para o desenvolvimento de projetos.

## ETAPA 1 (tempo para realização: 05 horas)

### ✓ Aula-tema: Campo Elétrico. Lei de Gauss.

Essa atividade é importante para compreender a ação e a distância entre duas partículas sem haver uma ligação visível entre elas e entender os efeitos dessa partícula sujeita a uma força criada por um campo elétrico no espaço que as cerca.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

## PASSOS

### Passo 1 (Aluno)

Pesquisar em livros da área, revistas e jornais, ou sites da internet, notícias que envolvem explosões de fábricas que têm produtos que geram ou são a base de pó.

#### Sites sugeridos para pesquisa

- Explosão De Pó Em Unidades Armazenadoras E Processadoras De Produtos Agrícolas E Seus Derivados Estudo De Caso. 2005. Disponível em:  
<<https://docs.google.com/file/d/0Bx50NPmVz1UwUGcyMUExS3FIRnM/edit>>.  
Acesso em: 20 abr. 2012.
- Explosões. Disponível em:  
<<https://docs.google.com/file/d/0Bx50NPmVz1UwNkVMM0NNeTImOHc/edit>>.  
Acesso em: 20 abr. 2012.
- Atmosferas explosivas de pós: Todo cuidado é pouco. Disponível em:  
<<https://docs.google.com/file/d/0Bx50NPmVz1UwU0d0cU13dFlsVIE/edit>>.  
Acesso em: 20 abr. 2012.

### Passo 2 (Equipe)

Supor que o pó (produto) de sua empresa esteja carregado negativamente e passando por um cano cilíndrico de plástico de raio  $R = 5,0$  cm e que as cargas associadas ao pó estejam distribuídas uniformemente com uma densidade volumétrica  $\rho$ . O campo elétrico  $E$  aponta para o eixo do cilindro ou para longe do eixo? Justificar.

### Passo 3 (Equipe)

Escrever uma expressão, utilizando a Lei de Gauss, para o módulo do campo elétrico no interior do cano em função da distância  $r$  do eixo do cano. O valor de  $E$  aumenta ou diminui quando  $r$  aumenta? Justificar. Determinar o valor máximo de  $E$  e a que distância do eixo do cano esse campo máximo ocorre para  $\rho = 1,1 \times 10^{-3} \text{ C/m}^3$  (um valor típico).

#### **Passo 4 (Equipe)**

Verificar a possibilidade de uma ruptura dielétrica do ar, considerando a primeira condição, ou seja, o campo calculado no passo anterior poderá produzir uma centelha? Onde?

### **ETAPA 2 (tempo para realização: 05 horas)**

#### ✓ **Aula-tema: Potencial Elétrico. Capacitância.**

Essa atividade é importante para compreender a definição de potencial elétrico e conseguir calcular esse potencial a partir do campo elétrico. Essa etapa também é importante para estudar a energia armazenada num capacitor, considerando situações cotidianas.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

### **PASSOS**

#### **Passo 1 (Equipe)**

Determinar uma expressão para o potencial elétrico em função da distância  $r$  a partir do eixo do cano. (O potencial é zero na parede do cano, que está ligado a terra).

#### **Passo 2 (Equipe)**

Calcular a diferença de potencial elétrico entre o eixo do cano e a parede interna para uma densidade volumétrica de cargas típica,  $\rho = 1,1 \times 10^{-3} \text{ C/m}^3$ .

#### **Passo 3 (Equipe)**

Determinar a energia armazenada num operário, considerando que o homem pode ser modelado por uma capacitância efetiva de 200 pF e cada operário possui um potencial elétrico de 7,0 kV em relação a Terra, que foi tomada como potencial zero.

#### **Passo 4 (Equipe)**

Verificar a possibilidade de uma explosão, considerando a segunda condição, ou seja, a energia da centelha resultante do passo anterior ultrapassou 150 mJ, fazendo com que o pó explodisse?

## ETAPA 3 (tempo para realização: 05 horas)

---

### ✓ Aula-tema: Corrente e Resistência. Circuitos.

Essa atividade é importante para discutir as cargas em movimento, isto é, corrente elétrica e relacionar com resistência elétrica. Essa etapa também é importante para compreender os cálculos envolvidos em um circuito elétrico como potência e energia.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

## PASSOS

### Passo 1 (Equipe)

Determinar a expressão para a corrente  $i$  (o fluxo das cargas elétricas associadas ao pó) em uma seção reta do cano. Calcular o valor de  $i$  para as condições da fábrica: raio do cano  $R = 5,0$  cm., velocidade  $v = 2,0$  m/s e densidade de cargas  $\rho = 1,1 \times 10^{-3}$  C/m<sup>3</sup>

### Passo 2 (Equipe)

Determinar a taxa (potência) com a qual a energia pode ter sido transferida do pó para uma centelha quando o pó deixou o cano. Considerar que quando o pó saiu do cano e entrou no silo, o potencial elétrico do pó mudou e o valor absoluto dessa variação foi pelo menos igual a diferença de potencial calculada no passo 2 na etapa 2.

### Passo 3 (Equipe)

Calcular a energia transferida para a centelha se uma centelha ocorreu no momento em que o pó deixou o tubo e durou 0,20 s (uma estimativa razoável).

### Passo 4 (Equipe)

Calcular qual deve ser a resistência entre a pulseira e a terra para que seu corpo chegue ao nível seguro de potencial de 100 V em 0,3 s, ou seja, um tempo menor que o que você levaria para tocar no silo. Se você usar uma pulseira condutora em contato com a terra seu potencial não aumentará tanto quando você se levantar, além disso, a descarga será mais rápida, pois a resistência da ligação a terra será menor que a dos sapatos. Suponha que no momento que você se levanta o potencial do seu corpo é de 1,4 kV e que a capacitância entre seu corpo e a cadeira é de 10 pF.

## ETAPA 4 (tempo para realização: 05 horas)

---

### ✓ Aula-tema: Campos Magnéticos.

Essa atividade é importante para compreender o campo magnético terrestre e atuação dele numa determinada região. Nessa atividade também definir as medidas de segurança na instalação de uma fábrica de pó.

Para realizá-la, devem ser seguidos os passos descritos.

## PASSOS

### Passo 1 (Aluno)

Pesquisar sobre o campo magnético terrestre, como ele é produzido e como esse campo varia de acordo com a localidade. Pesquisar também qual é o valor do campo magnético na sua região.

#### Sites sugeridos para pesquisa

- O campo magnético da Terra. Disponível em:  
<<https://docs.google.com/file/d/0Bx50NPmVz1UwLWptYXV2NDdRT2c/edit>>.  
Acesso em: 20 abr. 2012.

### Passo 2 (Equipe)

Calcular o valor força elétrica que age sobre uma carga elétrica que se move no cano de acordo com as condições apresentadas no passo 1 da etapa 3 e no passo anterior dessa etapa.

### Passo 3 (Equipe)

Analisar as condições que foram discutidas nesse desafio para que ocorresse a explosão na fábrica e sugerir as medidas de segurança que deveriam ter sido adotadas para que não tivesse ocorrido.

### Passo 4 (Equipe)

Elaborar um relatório intitulado “**Relatório: Medidas de Segurança quanto aos fenômenos eletromagnéticos em uma Fábrica que envolve Nuvem de Pó**” com o conteúdo desenvolvido nos passos anteriores desta etapa e entregar ao professor na data agendada, de acordo com a padronização definida.

### Livro-texto da disciplina:

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Física II**. 1ª ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos, 2009.