

RELATÓRIO FINAL DAS ATIVIDADES DE EXTENSÃO

1. IDENTIDADE DA ATIVIDADE	
IDENTIFICAÇÃO DO RELATÓRIO:	RELATÓRIO FINAL DAS ATIVIDADES DE EXTENSÃO
BENEFICIADO PELA ATIVIDADE:	Sabesp
CURSO:	ENGENHARIA CIVIL – HÍBRIDO/EAD
MÓDULO:	FÍSICA E CIRCUITOS ELÉTRICOS
PROFESSOR RESPONSÁVEL:	EDWIN SALDANA / JOSÉ AUGUSTO RABELO
ESTUDANTE:	Wildiney Alves da Silva
PERÍODO DE REALIZAÇÃO:	1º TRIMESTRE DE 2025

2. DESENVOLVIMENTO
<p>Contextualização A Competição de Pontes de Espaguete tem por objetivo análise estrutural, o projeto, a construção e o desenvolvimento de um circuito elétrico funcional para iluminar a ponte. A atividade integra conhecimentos sobre circuitos elétricos, cálculo de potência e segurança em instalações elétricas, equilíbrio estático e teoria das estruturas. Durante a competição será realizado um ensaio destrutivo de uma ponte treliçada construída com macarrão tipo espaguete e colas epóxi, respeitando o regulamento descrito a seguir. A ponte deve ser capaz de vencer um vão livre de 1m, com peso não superior a 750g. A construção da ponte deverá ser precedida da análise de algumas opções de tipos de pontes e do projeto detalhado do tipo de ponte escolhida, com estimativa de carga de colapso.</p>
<p>Desafio Unidade: Circuitos elétricos</p> <p>Etapa 1 - Planejamento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cada equipe deve apresentar um esboço do circuito elétrico a ser instalado na ponte. 2. O circuito deve incluir, no mínimo: <ul style="list-style-type: none"> - Fonte de alimentação (bateria ou outra fonte de tensão). - Fios condutores. - Mínimo de 2 pontos de iluminação (lâmpadas LEDs). - Interruptores para controle das luzes. <p>Etapa 2 - Cálculos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensionamento da tensão e corrente do circuito. 2. Escolha adequada dos resistores para os LEDs, com cálculo de resistência necessária. 3. Cálculo da potência dissipada em cada elemento do circuito. <p>Etapa 3 - Montagem:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fixação segura dos fios e componentes elétricos na ponte, respeitando critérios de estética e segurança. 2. Testes para verificar se todas as luzes funcionam adequadamente. <p>Etapa 4 - Relatório:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Descrição do circuito elétrico implementado. 2. Diagrama esquemático do circuito. 3. Cálculos realizados para a escolha dos componentes. 4. Análise dos problemas encontrados e soluções aplicadas. <p>Unidade: Física Estática</p> <p>Etapa 1 - Projeto Arquitetônico:</p>

1. Cada equipe deverá apresentar um projeto arquitetônico da ponte de macarrão, em escala.
2. Identificar qual será o tipo de treliça a ser utilizado.

Etapa 2 - Dimensionamento:

1. Verificar o grau de hiperestaticidade.
2. Calcular o ângulo das barras.
3. Calcular as reações de apoio.
4. Dimensionar a treliça pelo método dos nós.
5. Classificar a tensão atuante em Tração e Compressão.
6. Dimensionar a quantidade de fios de espaguete para suportar as tensões.

Etapa 3 - Execução:

1. Cada equipe deverá executar o projeto da ponte de macarrão, respeitando as normas estabelecidas, não ultrapassando o peso máximo de 750g.
2. A ponte poderá receber revestimento ou pintura com as colas permitidas.
3. A ponte deverá ser capaz de vencer um vão de 1 m, estando apoiadas livremente na sua extremidades, de tal forma que a fixação das extremidades não será admitida.

Etapa 4 - Relatório:

1. Memorial de cálculo.
2. Quantitativo de materiais.
3. Projeto da ponte em escala.
4. Estimativa de custo para execução da ponte

Cronograma das Ações

22/02 - Apresentação do Projeto Integrado.

22/02 - Data final para preenchimentos dos nomes completos dos integrantes dos grupos – na planilha compartilhada pelo tutor.

04/04 - Entrega do Relatório do PI (Seguir modelo).

05/04 - Apresentação do PI.

Síntese das Ações

O projeto consistiu em calcular, pelo método dos nós e com o auxílio do software Ftool, a quantidade de fios de macarrão necessária para construir uma ponte capaz de suportar 200N. As etapas incluíram os cálculos, aquisição de materiais, construção da ponte e a instalação de um circuito de iluminação em série e paralelo.

a. Aspectos Positivos:

Matéria essencial para compreender a distribuição de forças nas barras das estruturas, permitindo identificar causas de rompimentos e verificar se a estrutura está superdimensionada ou apresenta fraturas.

b. Dificuldades encontradas:

A principal dificuldade foi a realização dos inúmeros cálculos e a replicação precisa desses na construção da ponte de macarrão, um material frágil que exige atenção redobrada.

c. Resultados atingidos:

Apesar das dificuldades, o projeto foi concluído, demonstrando a estrutura e a força pretendidas. Com isso, foi possível compreender o funcionamento das forças nas estruturas e identificar possíveis pontos de falha.

d. Sugestões / outras observações:

O estudo foi realizado em um curto período de tempo, o que limitou a profundidade da análise, considerando a complexidade e a amplitude do tema abordado.

3. EQUIPE DOS ESTUDANTES NO PROJETO



Nome	Wildiney Alves da Siva RA 24001689
Nome	
Nome	

Projeto PI

Ponte De Macarrão

Wildiney Alves

RA: 24001689

Ano 2025

Tipo de Ponte

Modelo Treliza Pratt

com Barras Diagonais inclinadas ao Centro

Para suportar grandes VCS.

Utilizado para Ferrovias e rodovias

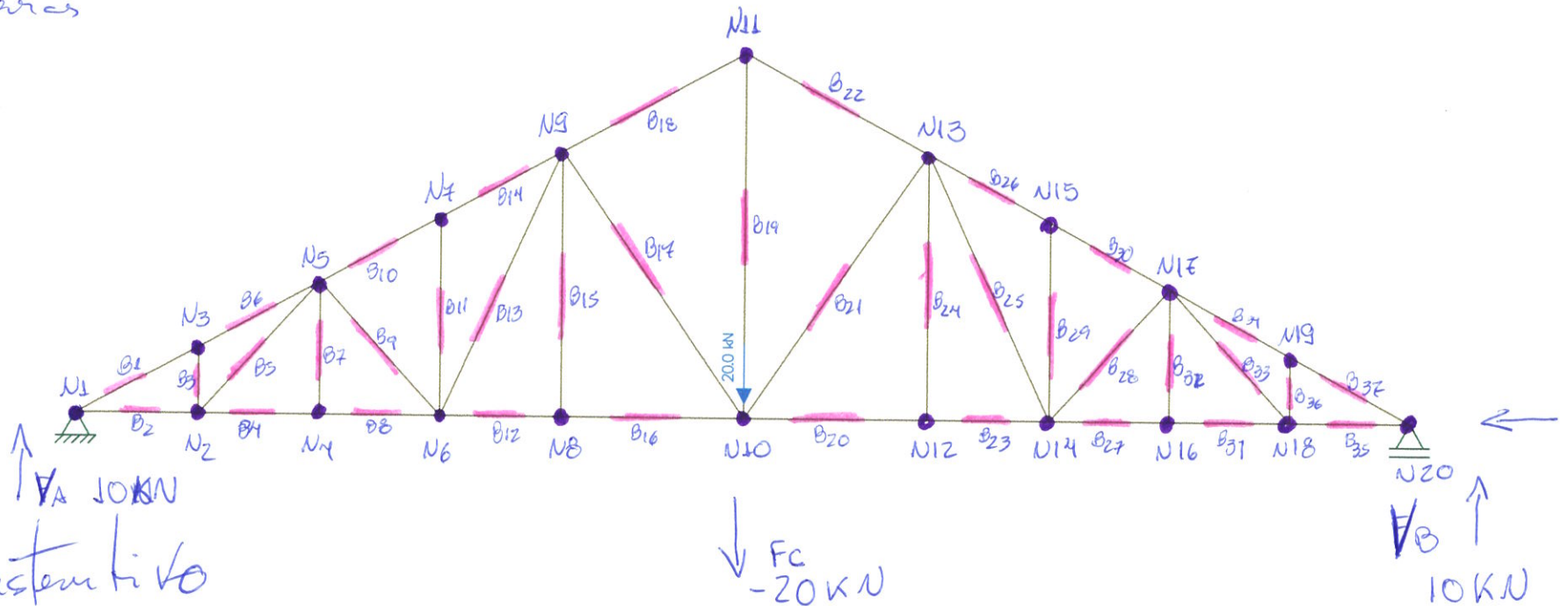
Trabalham principalmente como treças e as Barras Verticais como compressões

Quantidade de nós

- 20 nós "N"

Quantidade de Barras

137 Barras



Método Constantivo

$$2 \times \text{NÓS}(v) = N_{\text{Barras}} + N_{\text{Forças}}$$

$$2 \times 20 = 37 + 3$$

$$\boxed{40 = 40} = \text{Isostático}$$

Equações de Equilíbrio

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

Reações

$$F_{A_y} + F_{B_y} = \text{carga}$$

$$F_A + F_B = 20 \text{ kN}$$

~~$$F_A + F_B = 20 \text{ kN}$$~~

~~$$F_A = 20 \text{ kN}$$~~

$$F_A \cdot D_{\text{Total}} = F_{\text{Total}} \cdot D_{AC}$$

$$F_A \cdot 110 \text{ cm} = 20 \text{ kN} \cdot 55 \text{ cm}$$

$$F_A = \frac{20 \text{ kN} \cdot 55 \text{ cm}}{110 \text{ cm}}$$

$$F_A = 10 \text{ kN}$$

$$D_{\text{Dimensões Total}} = 110 \text{ cm}$$

$$D_{AC} + D_{CB} = D_{\text{Total}}$$

$$55 \text{ cm} + 55 \text{ cm} = 110 \text{ cm}$$

$$D_{AC} = 55 \text{ cm}$$

$$D_{CB} = 55 \text{ cm}$$

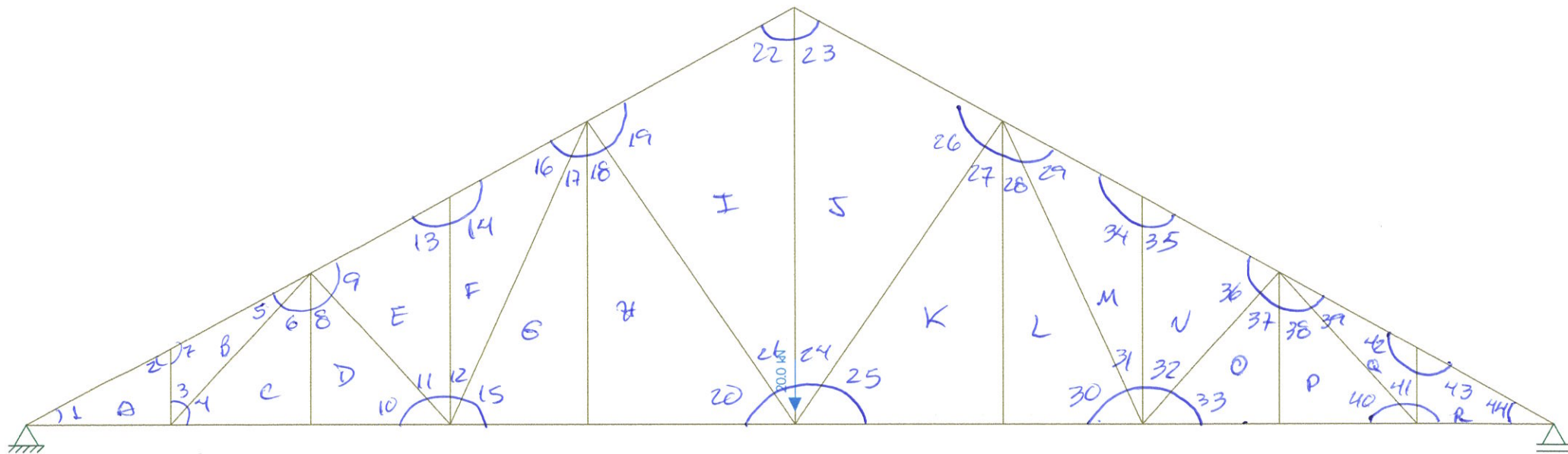
$$F_B \cdot 110 \text{ cm} = 20 \text{ kN} \cdot 55 \text{ cm}$$

$$F_B = \frac{20 \cdot 55}{110}$$

$$F_B = 10 \text{ kN}$$

$$F_{\text{eixo } x} = 0$$

Calculo dos Angulos



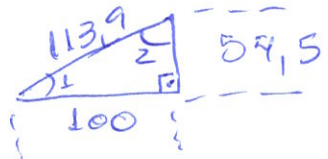
- 1 = $28,6^\circ$
- 2 = $61,4^\circ$
- 3 = $42,6^\circ$
- 4 = $47,5^\circ$
- 5 = $18,9^\circ$
- 6 = $42,5^\circ$
- 7 = $118,6^\circ$
- 8 = $42,5^\circ$
- 9 = $76,1$
- 10 = $47,5^\circ$
- 11 = $42,5^\circ$

- 12 = $24,6^\circ$
- 13 = $61,4^\circ$
- 14 = $118,6^\circ$
- 15 = $65,4^\circ$
- 16 = $36,8^\circ$
- 17 = $24,6^\circ$
- 18 = $34,5^\circ$
- 19 = $84,1^\circ$
- 20 = $55,5^\circ$
- 21 = $34,5^\circ$
- 22 = $61,4^\circ$

- 23 = $61,4^\circ$
- 24 = $34,5^\circ$
- 25 = $55,5^\circ$
- 26 = $84,1^\circ$
- 27 = $34,5^\circ$
- 28 = $24,6^\circ$
- 29 = $36,8^\circ$
- 30 = $65,4^\circ$
- 31 = $24,6^\circ$
- 32 = $42,5^\circ$
- 33 = $47,5^\circ$
- 34 = $118,6^\circ$

- 35 = $61,4^\circ$
- 36 = $76,1$
- 37 = $42,5^\circ$
- 38 = $42,5^\circ$
- 39 = $18,9^\circ$
- 40 = $47,5^\circ$
- 41 = $42,5^\circ$
- 42 = $118,6^\circ$
- 43 = $61,4^\circ$
- 44 = $28,6^\circ$

Triangulo A = R



$$T_g = \frac{54,5}{100} = 0,545$$

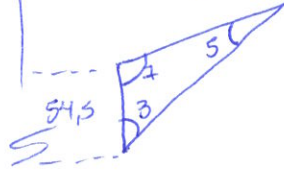
$$T_g^{-1} \approx 28,6^\circ$$

$$\phi_1 = \phi_{44} = 28,6^\circ$$

$$\phi_2 = 180 - 90 - 28,6$$

$$\phi_2 = \phi_{43} = 61,4^\circ$$

Triangulo B = Q



$$\phi_7 = 180 - \phi_2$$

$$\phi_7 = 180 - 61,4^\circ$$

$$\phi_7 = 118,6^\circ$$

$$\phi_7 = \phi_{42} = 118,6^\circ$$

$$\phi_3 = 90 - \phi_4$$

$$\phi_3 = 90 - 47,5^\circ$$

$$\phi_3 = 42,5^\circ$$

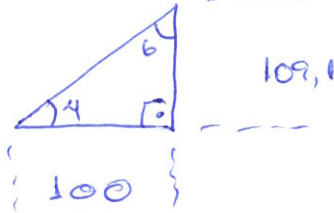
$$\phi_3 = \phi_{41} = 42,5^\circ$$

$$\phi_5 = 180 - 118,6^\circ - 42,5$$

$$\phi_5 = 18,9^\circ$$

$$\phi_5 = \phi_{39} = 18,9^\circ$$

Triangulo C = P



$$T_g = \frac{109,1}{100} = 1,091$$

$$T_g^{-1} = 47,5^\circ$$

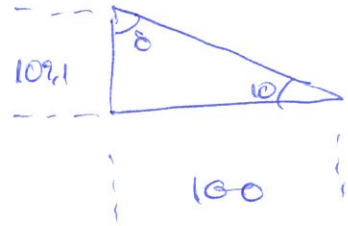
$$\phi_4 = \phi_{40} = 47,5^\circ$$

$$\phi_6 = 180^\circ - 47,5^\circ - 90^\circ$$

$$\phi_6 = 42,5^\circ$$

$$\phi_6 = \phi_{38} = 42,5^\circ$$

Triangulo D = O



$$T_s = \frac{op}{adj} = \frac{109,1}{100} = 1,091$$

$$T_s = 47,5^\circ$$

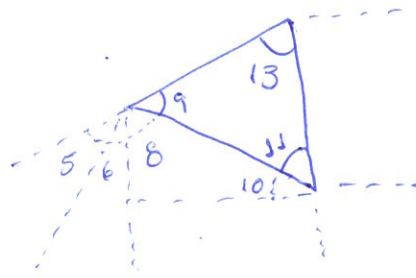
$$\angle_{10} = \angle_{33} = 47,5^\circ$$

$$\angle_8 = 180^\circ - 90^\circ - 47,5^\circ$$

$$\angle_8 = 42,5^\circ$$

$$\angle_8 = \angle_{34} = 42,5^\circ$$

Triangulo E = N



$$\angle_9 + \angle_8 + \angle_6 + \angle_5 = 180$$

$$\angle_9 = 180 - 42,5 - 42,5 - 18,9$$

$$\angle_9 = 76,1^\circ$$

$$\angle_9 = \angle_{36} = 76,1^\circ$$

$$\angle_{11} + \angle_{10} = 90^\circ$$

$$\angle_{11} = 90 - 47,5$$

$$\angle_{11} = 42,5^\circ$$

$$\angle_{11} = \angle_{32} = 42,5^\circ$$

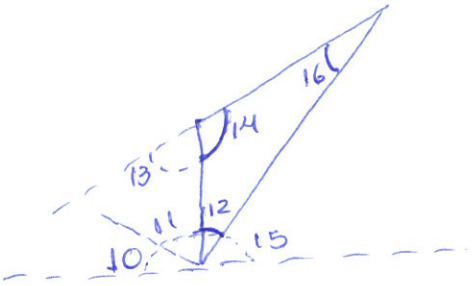
$$\angle_{13} + \angle_9 + \angle_{11} = 180$$

$$\angle_{13} = 180 - 76,1 - 42,5$$

$$\angle_{13} = 61,4^\circ$$

$$\angle_{13} = \angle_{35} = 61,4^\circ$$

Triangulo F = M



$$\varnothing_{14} + \varnothing_{13} = 180^\circ$$

$$\varnothing_{14} = 180 - 61,4^\circ$$

$$\varnothing_{14} = 118,6^\circ$$

$$\varnothing_{14} = \varnothing_{34} = 118,6^\circ$$

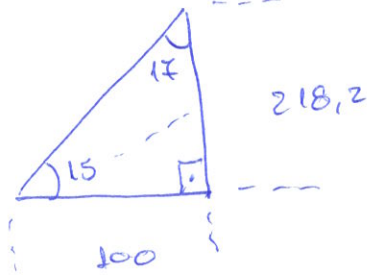
$$\varnothing_{12} + \varnothing_{15} + \varnothing_{11} + \varnothing_{10} = 180$$

$$\varnothing_{12} = 180 - 65,4 - 42,5 - 47,5^\circ$$

$$\varnothing_{12} = 24,6^\circ$$

$$\varnothing_{12} = \varnothing_{31} = 24,6^\circ$$

Triangulo B = L



$$T_B = \frac{218,2}{100} = 2,182$$

$$T_B^{-1} \approx 65,4^\circ$$

$$\varnothing_{15} = 65,4^\circ$$

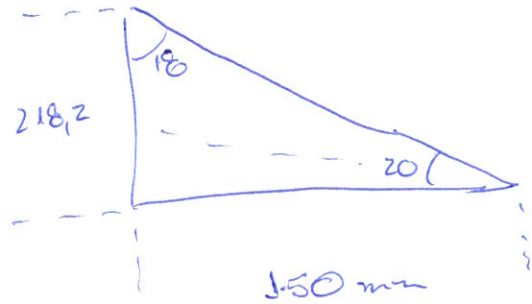
$$\varnothing_{15} = \varnothing_{30} = 65,4^\circ$$

$$\Rightarrow \varnothing_{17} = 180^\circ - 90^\circ - 65,4^\circ$$

$$\varnothing_{17} = 24,6^\circ$$

$$\varnothing_{17} = \varnothing_{28} = 24,6^\circ$$

Triangulo H = K



$$T_g = \frac{op}{ady} = \frac{218,2}{150} = 1,455$$

$$T_g^{-1} = 55,5^\circ$$

$$\phi_{20} = 55,5^\circ$$

$$\phi_{20} = \phi_{25} = 55,5^\circ$$

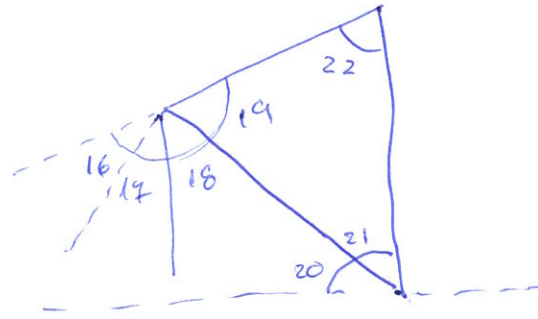
$$\phi_{18} = 180 - \phi_{20} - \phi_{90}$$

$$\phi_{18} = 180^\circ - 90^\circ - 55,5^\circ$$

$$\phi_{18} = 34,5^\circ$$

$$\phi_{18} = \phi_{27} = 34,5^\circ$$

Triangulo I = J



$$\phi_{21} = 90 - \phi_{20}$$

$$\phi_{21} = 34,5^\circ$$

$$\phi_{21} = \phi_{24} = 34,5^\circ$$

$$\phi_{19} + \phi_{18} + \phi_{17} + \phi_{16} = 180^\circ$$

$$\phi_{19} = 180 - 34,5^\circ - 24,6^\circ - 36,8^\circ$$

$$\phi_{19} = 84,1^\circ$$

$$\phi_{19} = \phi_{26} = 84,1^\circ$$

$$\phi_{22} = 180^\circ - \phi_{19} - \phi_{21}$$

$$\phi_{22} = 180 - 34,5^\circ - 84,1^\circ$$

$$\phi_{22} = 61,4^\circ$$

$$\phi_{22} = \phi_{23} = 61,4^\circ$$

Forças nas Barras

Lado 1 = Lado 2

Barras lado 01

$$B_3 = B_5 = B_7 = B_9 = B_{11} = B_{13} = B_{15} = B_{17} = 0$$

$$B_1 = B_6 = B_{10} = B_{14} = B_{18} = -20,9 \text{ KN}$$

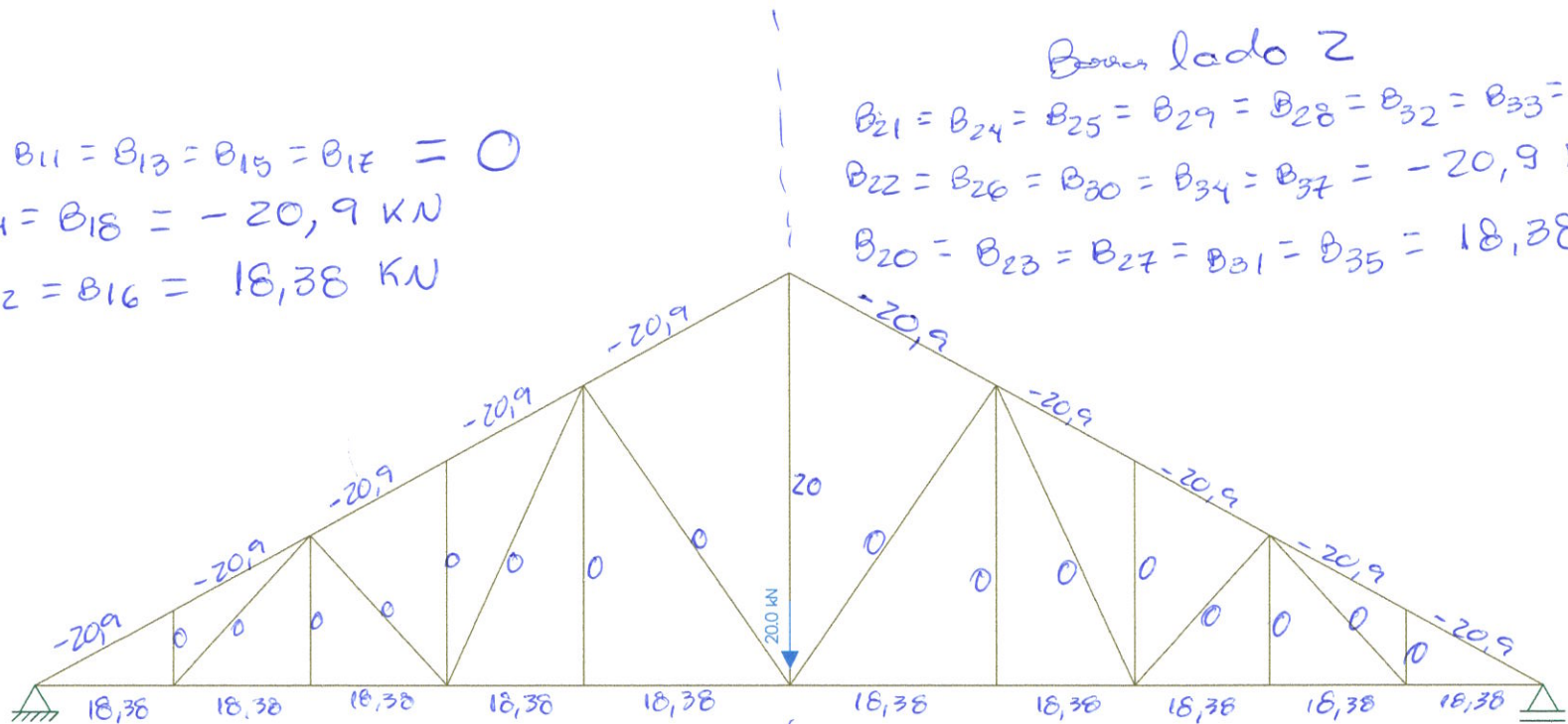
$$B_2 = B_4 = B_8 = B_{12} = B_{16} = 18,38 \text{ KN}$$

Barras lado 2

$$B_{21} = B_{24} = B_{25} = B_{29} = B_{28} = B_{32} = B_{33} = B_{36} = 0$$

$$B_{22} = B_{26} = B_{30} = B_{34} = B_{37} = -20,9 \text{ KN}$$

$$B_{20} = B_{23} = B_{27} = B_{31} = B_{35} = 18,38 \text{ KN}$$

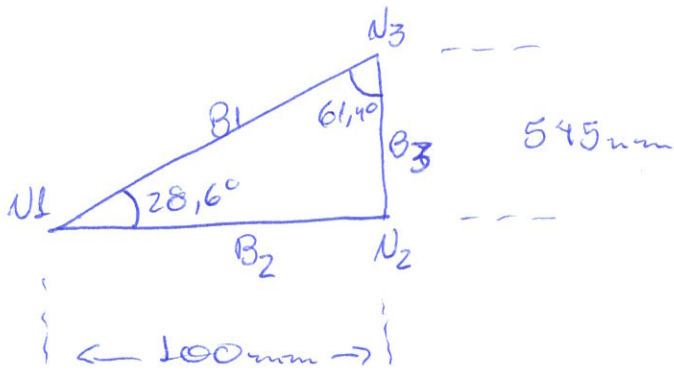


lado 1

lado 2

$$B_{\text{barra central}} = 20 \text{ KN}$$

N_1



$$\sum F_{N1y} = 0$$

$$\sum F_{B1} = F_{\text{ Apoio }} + F_{B1} \cdot (\sin(28,6^\circ)) = 0$$

$$10 \text{ kN} + F_{B1} \cdot \sin(28,6^\circ) = 0$$

$$F_{B1} = \frac{-10 \text{ kN}}{\sin(28,6^\circ)}$$

$$F_{B1} \approx -20,89 \text{ kN}$$

Compresso

$$\sum F_{B2} = +F_{B1} \cdot \cos(28,6^\circ) + F_{B2} = 0$$

$$F_{B2} = 20,89 \text{ kN} \cdot 0,88$$

$$F_{B2} = 18,38 \text{ kN}$$

Tração

N_1 $N_2 = N_{20}$ portanto

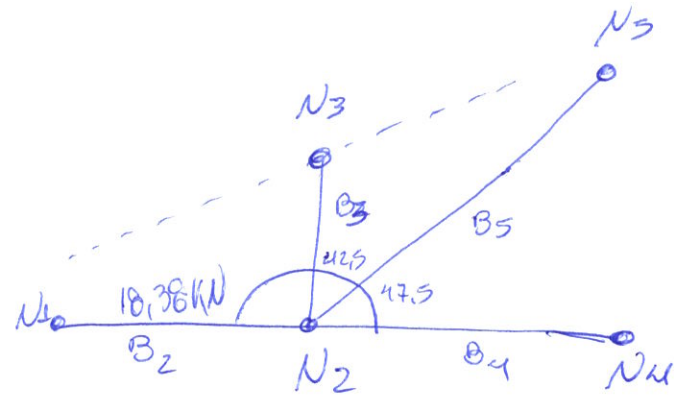
$$F_{B1} = F_{B37} = -20,89 \text{ kN}$$

Compresso

$$F_{B2} = F_{B35} = 18,38 \text{ kN}$$

Tração

no' N2



$$\sum F_{N2x} = F_{B3} \cdot \cos(42,5) - F_{B5} \cdot \sin(47,5) = 0$$

$$F_{B5} = \frac{F_{B3} \cdot \cos(42,5)}{\sin(47,5)}$$

$$F_{B5} = \frac{0 \cdot \cos(42,5)}{\sin(47,5)}$$

$$F_{B5} = 0 \text{ kN}$$

Força Nula

$$\sum F_{N2x} = F_{B2} + F_{B4} + F_{B5} \cdot \cos(47,5) - F_{B3} \cdot (\sin(42,5)) = 0$$

$$F_{B2} + F_{B4} + 0 \text{ kN} \cdot \cos(47,5) - 0 \text{ kN} (\sin(42,5)) = 0$$

$$F_{B4} = F_{B2}$$

$$F_{B4} = 18,33 \text{ kN}$$

Tração

no' N2 = no' N18 portanto:

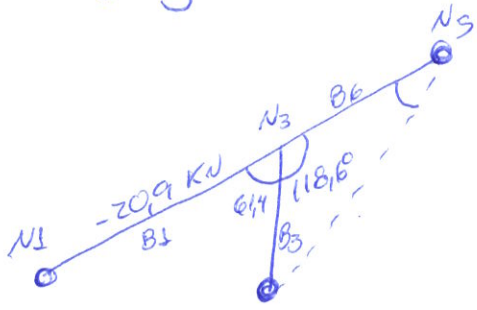
$$F_{B4} = F_{B31} = 18,33 \text{ kN}$$

tração

$$F_{B5} = F_{B33} = 0 \text{ kN}$$

Força Nula

Nó n3



$$\sum F_x = -F_{B1} \cdot \cos(61,4^\circ) + F_{B6} \cdot \cos(118,6^\circ) = 0$$

$$\sum F_x = 20,9 \cdot 0,47 + F_{B6} \cdot 0,47 = 0$$

$$F_{B6} = \frac{-9,84}{0,47}$$

$$F_{B6} = -20,9 \text{ kN}$$

compressão

$$\sum F_y = 0$$
$$= -F_{B1} + F_{B6} + F_{B3} = 0$$

$$-(-20,9) + (-20,9) + F_{B3} = 0$$

$$F_{B3} = 0 \text{ kN}$$

Força Nula

Nó N3 = N19 portanto:

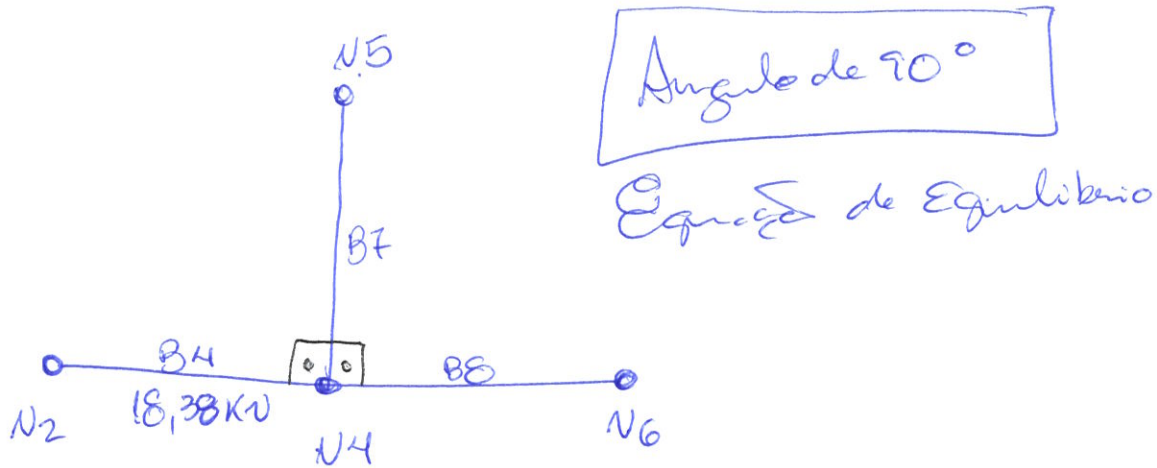
$$F_{B6} = F_{B34} = -20,9 \text{ kN}$$

compressão

$$F_{B3} = F_{B36} = 0 \text{ kN}$$

Força Nula

Nó N4



Angulo de 90°

Equação de Equilíbrio

Nó N4 = Nó N16
portanto

$$F_{B8} = F_{B27} = 18,38 \text{ kN} \quad \text{Tração}$$

$$F_{B7} = F_{B3} = 0 \text{ kN} \quad \text{Nula}$$

$$\sum F_x = F_{B4} = F_{B8} = 0$$

$$F_{B4} = F_{B8}$$

$$F_{B8} = 18,38$$

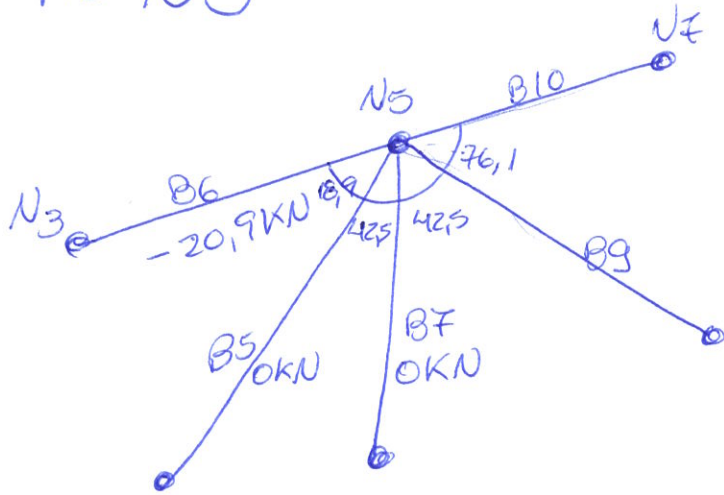
Tração

$$\sum F_y = F_{B7} (\cos 90^\circ) = 0$$

$$F_{B7} \cdot 0 = 0$$

$$F_{B7} = 0 \text{ kN} \quad \text{Força Nula}$$

No N5



$$\sum F_y = 0$$

$$F_{B9} + F_{B5} + F_{B7} = 0$$

$$F_{B9} + 0 + 0 = 0$$

$$F_{B9} = 0$$

Força Nula

$$\sum F_{N5x} = 0$$

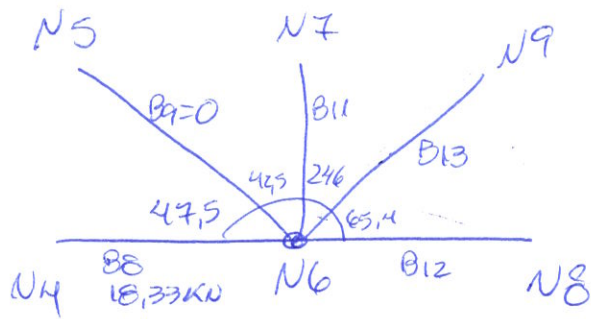
$$\sum F_{N5x} = F_{B6} - F_{B10} = 0$$

$$F_{B6} = F_{B10}$$

$$F_{B10} = -20,90 \text{ kN}$$

Compressão

Nó N6



$$\sum F_y = F_{B11} \cdot \cos(24,6) - F_{B13} \cdot \sin(65,4) - F_{B9} = 0$$

$$F_{B11} = \frac{F_{B13} \cdot \sin(65,4)}{\cos(24,6)}$$

$$F_{B11} = F_{B13}$$

$$F_{B11} = 0 = F_{B13}$$

$$\sum F_x = F_{B8} - F_{B12} = 0$$

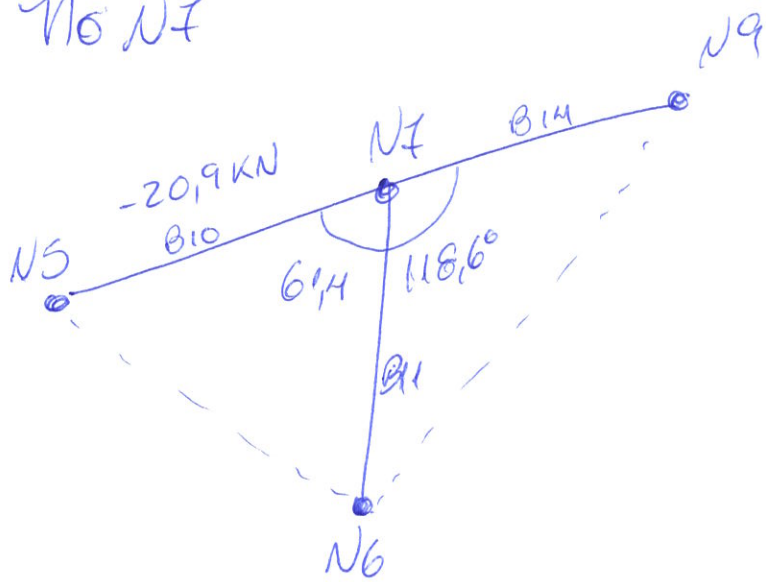
$$F_{B8} = F_{B12}$$

$$F_{B12} = 18,33 \text{ kN}$$

A força de B₁₂ é igual a força de B₈ por terem forças Nulas nos Bases em função do eixo X

para chegar calcular o N₇ Antes encontrando a força na Base B₁₁.

Nó NI



$$F_{\Sigma y} = 0$$

$$-F_{B10} + F_{B14} + F_{B11} = 0$$

$$-(-20,9) + (-20,9) + F_{B11} = 0$$

$$F_{B11} = 0 \text{ kN}$$

Força Nula

$$\Sigma F_x = -F_{B10} \cdot \cos(61,4) + F_{B14} \cdot \cos(118,6^\circ) = 0$$

$$20,9 \cdot 0,47 + F_{B14} \cdot 0,47 = 0$$

$$F_{B14} = \frac{-9,84}{0,47}$$

$$F_{B14} = -20,9 \text{ kN}$$

Compressão

Nó NI = N15 *Articulação:*

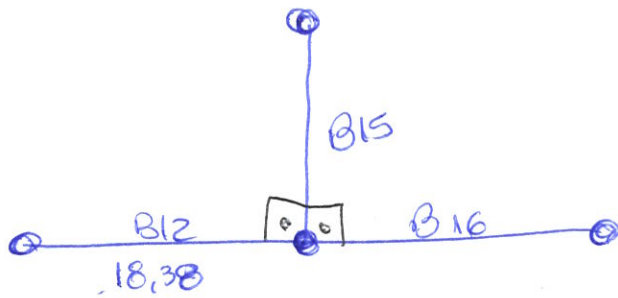
$$F_{B14} = F_{B26} = -20,9 \text{ kN}$$

Compressão

$$F_{B11} = F_{B29} = 0 \text{ kN}$$

Nula

Nó N8



$$\sum F_x = F_{B12} - F_{B16} = 0$$

$$F_{B12} = F_{B16}$$

$$F_{B16} = 18,38 \text{ KN} \quad \text{Tração}$$

$$\sum F_y = F_{B15} \cdot \cos 90^\circ = 0$$

$$F_{B15} = \frac{0}{\cos 90}$$

$$F_{B15} = 0 \text{ KN} \quad \text{Nula}$$

Nó N8 = Nó N12

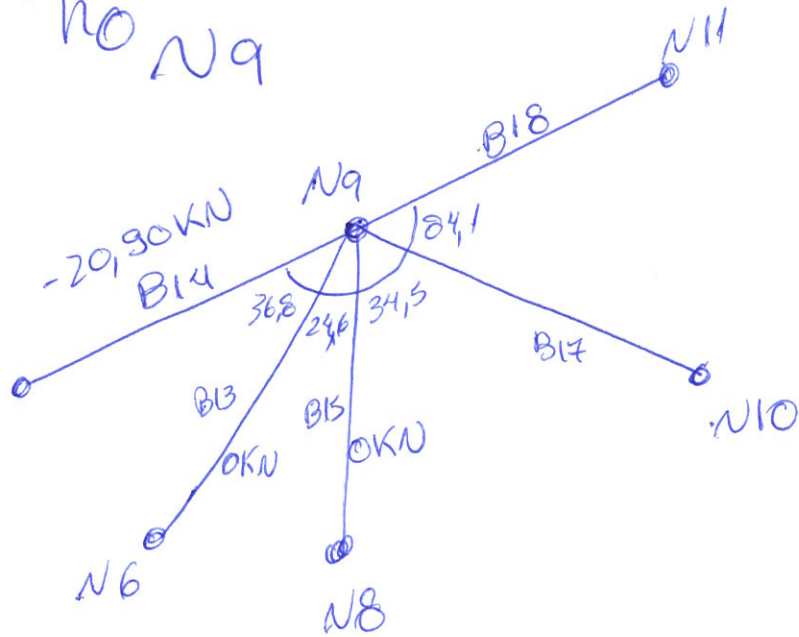
portante

$$F_{B16} = 18,38 = F_{B20} = 18,38 \text{ KN}$$

Tração

$$F_{B15} = F_{B24} = 0 \text{ KN} \quad \text{Nula}$$

no N9



$$\sum F_{N9x} = 0$$

$$\sum F_{N9x} = F_{B14} - F_{B18} = 0$$

$$F_{B14} = F_{B18}$$

$$F_{B18} = -20,90 \text{ kN}$$

Comprimido

$$\sum F_{N9y} = 0$$

$$F_{B15} - F_{B13} + F_{B17} = 0$$

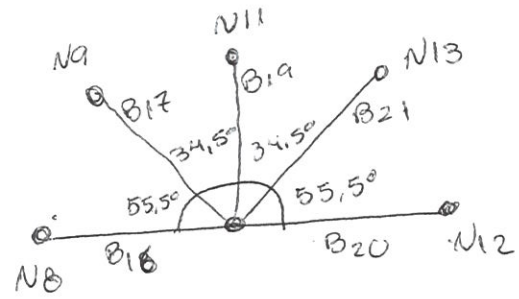
$$0 - 0 + F_{B17} = 0$$

$$F_{B17} = 0$$

Força Nula

$$F_{B17} = F_{B21} = 0$$

No' N10



$$B_{16} = 18,38 \text{ kN}$$

$$B_{19} = 20 \text{ kN}$$

$$B_{20} = ? \quad 18,38 \text{ kN}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$-F_{B16} \cdot \cos(55,5) + F_{B20} \cdot (\cos(55,5)) = 0$$

$$F_{B20} = \frac{F_{B16} \cdot \cos 55,5}{\cos 55,5}$$

$$F_{B20} = F_{B16}$$

$$F_{B20} = 18,38 \text{ kN}$$

Tracção

$$\sum F_y = 0$$

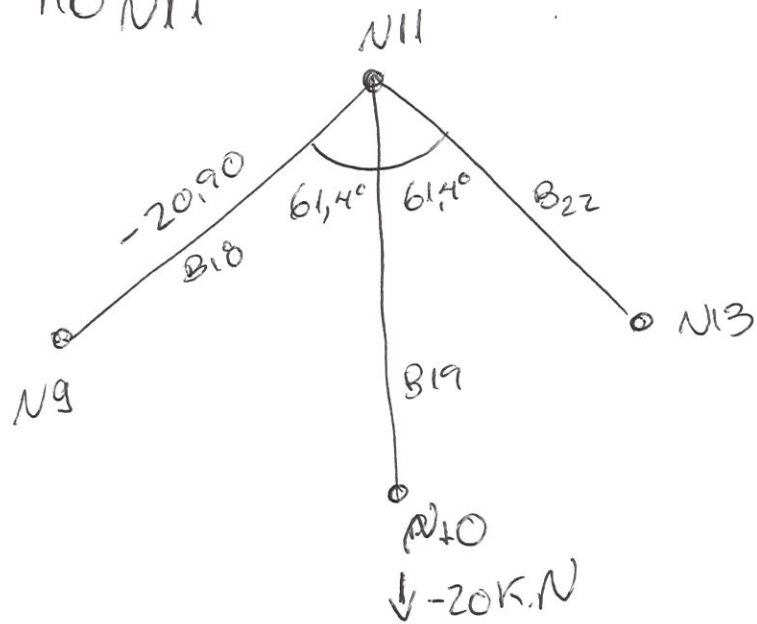
$$-20 \text{ kN} + F_{B19} + F_{B21} - F_{B17} = 0$$

$$-20 \text{ kN} + F_{B19} + 0 - 0 = 0$$

$$F_{B19} = 20 \text{ kN}$$

Tracção

NO'N11



$$\sum F_x = -(-F_{B18}) \cdot \cos(61,4) + (F_{B22} \cdot \cos 61,4) = 0$$

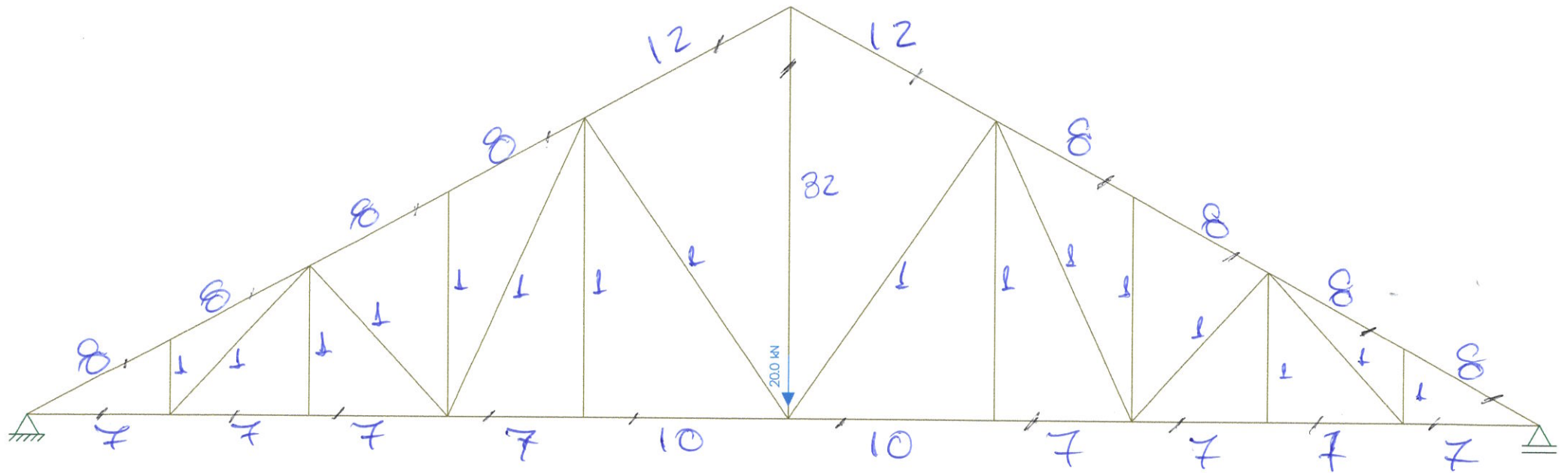
$$20,90 \text{ kN} \cdot \cos(61,4) + F_{B22} \cdot \cos 61,4 = 0$$

$$F_{B22} = \frac{-20,90 \text{ kN} \cdot \cos 61,4}{\cos 61,4}$$

$$F_{B22} = -20,90 \text{ kN}$$

Compressive

Numero de Fios



Σ Macarões no Projeto = 212 Fios
212 g De Macarões

Calculo Numero de Fios

$$n_{\text{Fios}} = \sqrt{\frac{n_0 \cdot L^2}{27906 \cdot R^4}}$$

R = raio em (mm)

constante = 27906

N = Força de Barra (N)

L = comprimento Barra (mm)

Dados

1 Fio = 3g

$$n_{\text{Fios B19}} = \sqrt{\frac{200 \cdot (300)^2}{27906 \cdot (0,9)^4}}$$

$$n_{\text{Fios B19}} = \sqrt{\frac{18000 \cdot 0,09}{18309,1266}}$$

$$n_{\text{Fios B19}} = 31,35$$

$$n_{\text{Fios B19}} \approx 32 \text{ Barras}$$

Majorado para cima pois
queremos que a estrutura agente
pelo menos 20kN

$$n_{\text{Fios}} B_1 = \sqrt{\frac{209 \cdot (113,9)^2}{18309,1266}}$$

$$n_{\text{Fios}} B_1 = 7,98$$

$$n_{\text{Fios}} B_1 \cong 8 \text{ Fios}$$

$$B_3 = B_6 = B_{10} = B_{14} = B_{16} = B_{30} = B_{34} = B_{37} = 8 \text{ Fios}$$

$$n_{\text{Fios}} B_2 = \sqrt{\frac{183 \cdot (100)^2}{18309,1266}}$$

$$n_{\text{Fios}} B_2 = 6,56$$

$$B_2 = 7 \text{ Fios}$$

$$B_2 = B_4 = B_8 = B_{12} = B_{23} = B_{27} = B_{31} = B_{35} \cong 7 \text{ Fios}$$

$$n_{\text{Fios } B_{16}} = \sqrt{\frac{1838 (150)^2}{18309,1266}}$$

$$n_{F_{B_{16}}} \approx 10 \text{ Fios}$$

$$B_{16} = B_{20} \approx 10 \text{ Fios}$$

$$n_{\text{Fios } B_{18}} = \sqrt{\frac{2090 \cdot (170,7)^2}{18309,1266}}$$

$$n_{F_{B_{18}}} \approx 12 \text{ Fios}$$

$$B_{18} = B_{22} \approx 12 \text{ Fios}$$

$$n_{\text{Fios } B_3} = \sqrt{\frac{0 \cdot (54,5)^2}{18309,1266}}$$

$$n_{F_{B_3}} = 0$$

Força nula

A ponte centrada com apoio
 nas Barras Diagonais, sendo
 então adicionado 1 Barra
 para estabilidade da ponte
 sendo assim a Barra

$$B_3 = 1 \text{ Fio}$$

$$B_3 = B_5 = B_7 = B_9 = B_{15} = B_{17} = B_{21} = 1 \text{ Fio}$$

$$B_{21} = B_{24} = B_{29} = B_{28} = B_{32} = B_{33} = B_{36} = 1 \text{ Fio}$$

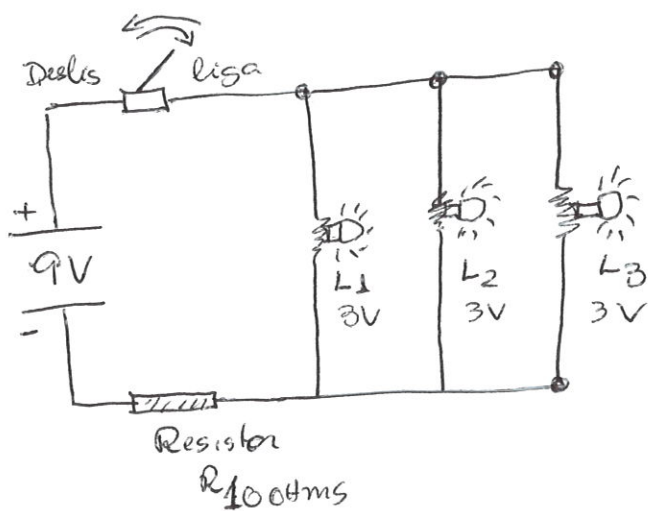
Circuito Elétrico

Ponte P I

O circuito elétrico da Ponte foi realizado em 2 Distintas Combinações. A primeira em série e a segunda em paralelo.

Foram utilizadas cabos de 0,51mm e leds de 3V com 0,02A. Também foram instalados um Resistor de 10 Ohms no sistema.

* Circuito em Paralelo



$$\text{leds} = L$$

$$I = 0,02 \text{ A}$$

$$V = 3 \text{ V}$$

$$\text{Resistor} = 10 \Omega$$

$$R_E = \frac{1}{150} + \frac{1}{150} + \frac{1}{150}$$

Resistência Equivalente

$$R_E = \frac{150 \Omega}{3}$$

$$R_{\text{circuito}} = 50 \Omega / \text{led}$$

$$R_L = \frac{3 \text{ V}}{0,02 \text{ A}}$$

$$R_L = 150 \text{ Ohms}$$

$$L_1 = L_2 = L_3 = 150 \text{ Ohms}$$

circuito em paralelo a tensão é igual em cada led e a corrente de 0,02A.

Resistência do circuito

$$R_{T_{\text{circuito}}} = 50 \text{ ohms} + 10 \text{ ohms}$$

$$R_{T_{\text{circuito}}} = 60 \text{ ohms}$$

Corrente no circuito

$$I_c = \frac{9V}{60 \text{ ohms}}$$

$$I_c = 0,15 A$$

Queda de tensão no resistor

$$V = I \cdot R$$

$$V_{\text{resistor}} = 0,15 A \cdot 10 \text{ ohms} = 1,5 V$$

Tensão em cada led

$$V_L = 9V - 1,5V$$

$$V_{\text{Led}} = 7,5 V$$

Potência dissipada em cada led

$$P_L = V \cdot I$$

$$P_L = 7,5 V \cdot 0,02 A$$

$$P_L = 0,15 W$$

Potência Dissipada no Resistor

$$P_R = V \cdot I$$

$$P_R = 1,5V \cdot 0,15A$$

$$P_R = 0,225W$$

Potência dissipada no circuito

$$P_{\text{Total circuito}} = (Q_{\text{leds}} \times 0,15W) + P_R$$

ou

$$P_T = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3} + P_R$$

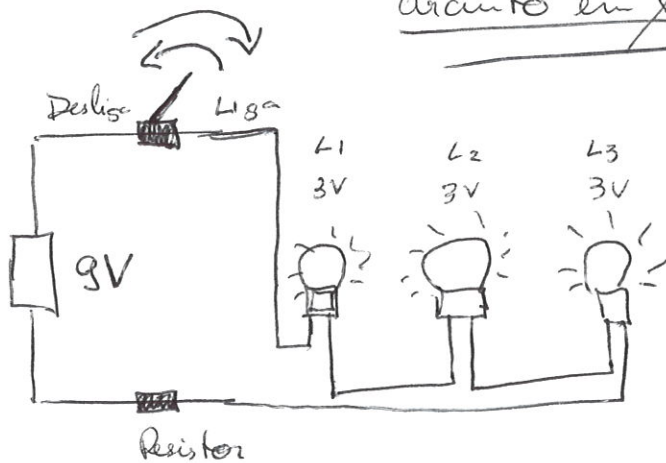
$$P_T = 0,15W + 0,15W + 0,15W + 0,225W$$

$$P_T = 0,675W$$

O led possui 150 ohms e no circuito paralelo cada led terá 50 ohms e uma resistência total do circuito de 60 ohms com corrente de 0,15A com o resistor de 10 ohms que Energia Diminuirá a tensão nos leds para 1,5V, ficando 1,5V para o resistor.

Com o circuito cada led terá 0,15W de potência e uma potência total do circuito de 0,675W.

Dimensionamento de Tensão e corrente circuito em série



Materiais

Fio: 0,51mm

Led = 3V
0,02A

Resistor = 10Ω

$$P = V \times I$$

$$I = \frac{V}{R} \quad R = \frac{3V}{0,02} = \boxed{R_L = 150\Omega}$$

$$R_{Total} = \frac{9V}{0,02} = 450\Omega$$

Resistência Total do circuito

$$R_{TC} = 450\Omega + 10\Omega$$

$$\boxed{R_{TC} = 460\Omega}$$

Voltagem Total = $L_1 + L_2 + L_3$

$$V_{Total} = 3V + 3V + 3V$$

$$\boxed{V_{Total} = 9V}$$

$$P_c = 9V \times 0,02A$$

$$\boxed{P_c = 0,18W}$$

$$I_{Total} = \frac{9V}{460\Omega} \approx \boxed{0,020A}$$

$$\text{ou } \boxed{0,0196A}$$

Queda de Tensão do circuito

$$V_L = I \times R$$

$$V_L = 0,020A \times 150\Omega$$

$$\boxed{V_L = 3V}$$

$$V_{Total} = 3 \times 3$$

$$\boxed{V_{Total} = 9V}$$

Resistor = R

$$V_R = I \cdot R$$

$$V_R = 0,0196 \times 10\Omega$$

$$\boxed{V_R = 0,196V} = \boxed{0,196V}$$

o Circuito em serie

* Queda de tensão no circuito

$$V_c = V_{\text{Leds}} - V_R$$

$$V_{\text{circuito}} = 9V - 0,196V$$

$$V_c \approx 8,804V$$

* Queda de tensão em cada led

$$V_{\text{led}} = \frac{8,804V}{3}$$

circuito em serie
a Energia se Divide

$$V_{\text{led}} \approx 2,935V$$

* Potencia dissipada em cada led

$$P = V \cdot I$$

$$P_L = 2,935V \cdot 0,0196A$$

$$P_{\text{led}} = 0,0575W$$

* Potencia Dissipada no resistor

$$P = V \cdot I$$

$$P_R = 0,196V \cdot 0,0196A$$

$$P_R = 0,00384W$$

• Potência Dissipada no circuito

$$P_T = (3 \cdot 0,0575 \text{ W}) + 0,00384 \text{ W}$$

$$P_T = 0,176 \text{ W}$$

no circuito em série temos uma resistência de 460 Ohms que envolve os leds e o resistor com uma corrente de $\approx 0,0196 \text{ A}$.

Devido o resistor, haverá uma queda de tensão de $0,196 \text{ V}$, onde cada led receberá um carga de $2,935 \text{ V}$.

O sistema terá $0,0575 \text{ W}$ em cada led e $0,00384 \text{ W}$ no resistor. Com uma potência total dissipada no circuito de $0,176 \text{ W}$.

Material utilizado no Bente

- * Elastico intercal
- * Macarrão Bionilla n 7
- * Cola epi-Pox
- * Adesivo Tekbond Epox Araldite
- * Bar. Ferro
- * Cano PVC de 20mm

Quantidade

* Macarrão = 212 Fios na estrutura Principal
Desprezando os cortes

24 Fios de 10cm na estrutura de apoio
Total de 12 Fios de Macarrão

Total de Macarrão 234 Fios

Macarrão em gramas = 234g

* Cola epi Pox

3 Tubos de cola = 40g cada

Totalizando 120g de cola

* Adesivo Tekbond Araldite

2 unidades de 100g cada

Total de 200g

* Elastico intercal

1 pacote 1000 un. = utilizamos 40 un

Tabela de Custo Ponte

Material	Valor / g	Qt utilizada	Valor Despendido
Macarrão	R\$ 0,035	234g	R\$ 8,19
Orbi-Pox	R\$ 0,5975	120g	R\$ 71,7
Araldite	R\$ 0,1883	200g	R\$ 37,66
Carvão	R\$ 2,50	↓	R\$ 2,50
Borracha Ferro	R\$ 0,04	↓	R\$ 0,04
Mão obra	R\$ 200,00	20h	R\$ 4.000,00
Elastico	R\$ 0,180	40	R\$ 7,20
Transporte	R\$ 35,00	↓	R\$ 35,00
Total		≈ 554g peso estimado ponte Descontando Ferro e Carvão	R\$ 4.162,29

Custo circuito Elétrico

Material	Valor	Qt utilizada	Valor Despendido
Cabo 0,51m	R\$ 0,50	2,80m	R\$ 1,40
Leds	R\$ 0,35	6	R\$ 2,10
Chave Tactil	R\$ 0,44	2	R\$ 0,88
Chave Botão	R\$ 2,20	↓	R\$ 8,40
Protoboard	R\$ 53,00	↓	R\$ 53,00
Mão obra	R\$ 200,00	4h	R\$ 800,00
Solda	R\$ 2,00	8	R\$ 16,00
Resistor	R\$ 0,17	2	R\$ 0,34
Total			R\$ 882,12

A ponte teve um custo Total de Aproxima-
mente:

Materiais ponte = ~~R\$~~ 162,29

Materiais Elétrico = 82,12

Mão de obra = 4800,00

Custo Total de = ~~R\$~~ 5.044,41

