A Sample Article Using IEEEtran.cls for IEEE Journals and Transactions

Gabriel H. Limp, *Aluno, UFJF,* Giovani S. Junqueira, *Aluno, UFJF*

***Abstract*—TThis study revisits and mathematically formalizes heuristic methods widely used to estimate power flows in electric networks through distribution factors. Based on the classical work by P. W. Sauer (1981), three main formulations are analyzed: (i) current distribution factors, (ii) distribution factors assuming constant voltage at the swing bus, and (iii) distribution factors with an arbitrary ground tie — the latter generalizing the former two. The paper demonstrates that these approaches, although initially empirical, are valid approximations of the exact solution under linear conditions. Independent simulations were conducted to verify the consistency among formulations and to assess the impact of different assumptions on the resulting power flows. Results confirm that distribution factors are an effective tool for contingency analysis, linear dispatch models, and fast operational assessments, providing sufficient accuracy with significant computational efficiency.**

***Index Terms*—Article submission, IEEE, IEEEtran, journal, LATEX, paper, template, typesetting.**

I. Introdução

O FLUXO DE CARGA é uma das ferramentas mais fundamentais da análise de sistemas elétricos de potência, sendo utilizado em estudos de planejamento, operação e avaliação de contingências. Muitas dessas aplicações, principalmente aquelas que demandam processamento em tempo real ou múltiplas iterações, o uso de métodos rápidos e aproximados tem se mostrado altamente eficiente.

Entre os métodos rápidos amplamente utilizados, destacam-se aqueles baseados em fatores de distribuição de potência, que permitem estimar os fluxos de potência nas linhas a partir das potências injetadas nas barras, sem a necessidade de resolver iterativamente o sistema de equações completo. Esses fatores são particularmente úteis em aplicações como análise de contingências (N-1), estudos de intercâmbio entre áreas, despacho econômico linearizado, fluxos ótimos simplificados e algoritmos de planejamento com redução do espaço de busca.

Apesar de sua ampla aplicação, a formulação desses fatores é frequentemente baseada em hipóteses heurísticas, como a utilização da barra swing como referência ou a introdução de ligações artificiais ao terra. Nesse contexto, o artigo clássico de P. W. Sauer, *On the Formulation of Power Distribution Factors for Linear Load Flow Methods*, apresenta uma contribuição significativa ao estabelecer uma base matemática sólida para esses métodos.

O presente trabalho tem como objetivo revisar as três formulações propostas por Sauer: (i) os fatores de distribuição de corrente, (ii) os fatores com tensão constante na barra swing, e (iii) os fatores com ligação arbitrária ao terra — sendo este último uma generalização dos anteriores. São também realizadas simulações próprias para validar os conceitos, verificar a coerência entre os métodos e avaliar suas vantagens em termos de simplicidade computacional e precisão nas estimativas de fluxo.

Gabriel H. Limp e Giovani S. Junqueira são alunos da Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Juiz de Fora, MG. (e-mails: gabriel.halfeld@estudante.ufjf.br; giovani.junqueira@estudante.ufjf.br)

Manuscript recebido em Junho 2025; revisado em Julho 2025.

II. Formulação dos Fatores de Distribuição

A formulação dos fatores de distribuição proposta em [1] busca representar, de forma linear, a relação entre as correntes ou potências que circulam nas linhas de transmissão e as injeções de corrente líquida nas barras do sistema. Essa abordagem é particularmente útil em análises rápidas de rede, permitindo estimar a resposta da malha elétrica a perturbações sem resolver iterativamente o fluxo de carga completo.

No chamado *Caso A*, as correntes nas linhas são expressas diretamente em função das correntes injetadas nas barras por meio da seguinte relação matricial:

$$\begin{bmatrix} I_{12}^A \\ I_{13}^A \\ \vdots \\ I_{ij}^A \\ \vdots \\ I_{mn}^A \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{12,1} & T_{12,2} & \cdots & T_{12,n} \\ T_{13,1} & T_{13,2} & \cdots & T_{13,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{ij,1} & T_{ij,2} & \cdots & T_{ij,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{mn,1} & T_{mn,2} & \cdots & T_{mn,n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_1^A \\ I_2^A \\ \vdots \\ I_l^A \\ \vdots \\ I_n^A \end{bmatrix} \tag{1}$$

Considerando pequenas perturbações no sistema, pode-se linearizar a relação acima e representar apenas as variações incrementais de corrente. Surge então a forma:

$$\begin{bmatrix} \Delta I_{12} \\ \Delta I_{13} \\ \vdots \\ \Delta I_{ij} \\ \vdots \\ \Delta I_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_{12,1} & T_{12,2} & \cdots & T_{12,n} \\ T_{13,1} & T_{13,2} & \cdots & T_{13,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{ij,1} & T_{ij,2} & \cdots & T_{ij,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{mn,1} & T_{mn,2} & \cdots & T_{mn,n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta I_1 \\ \Delta I_2 \\ \vdots \\ \Delta I_l \\ \vdots \\ \Delta I_n \end{bmatrix} \tag{2}$$

Alternativamente, pode-se trabalhar diretamente com potências aparentes, caso em que os fatores de distribuição são aplicados sobre as variações de ΔS_k, e a matriz é conjugada. A expressão assume então a forma:

$$\begin{bmatrix} \Delta S_{12} \\ \Delta S_{13} \\ \vdots \\ \Delta S_{ij} \\ \vdots \\ \Delta S_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T^*_{12,1} & T^*_{12,2} & \cdots & T^*_{12,n} \\ T^*_{13,1} & T^*_{13,2} & \cdots & T^*_{13,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T^*_{ij,1} & T^*_{ij,2} & \cdots & T^*_{ij,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T^*_{mn,1} & T^*_{mn,2} & \cdots & T^*_{mn,n} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta S_1 \\ \Delta S_2 \\ \vdots \\ \Delta S_l \\ \vdots \\ \Delta S_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

As diferentes formas de obtenção da matriz T dependem da escolha das condições de referência impostas ao sistema. No artigo, são propostas três estratégias distintas: (i) utilização direta da matriz de impedância reduzida, (ii) consideração de tensão constante na barra swing, e (iii) ligação arbitrária ao terra. Essas abordagens serão detalhadas nas subseções a seguir.

A. *Fatores de Distribuição de Corrente*

Nesta formulação, considera-se a matriz de impedância z obtida a partir do sistema com a barra de referência (ou swing) já eliminada. A ideia central é calcular a corrente na linha ij, provocada por uma injeção de corrente unicamente na barra l, utilizando a diferença entre as impedâncias de acoplamento das barras i e j com a barra l, normalizada pela impedância total da linha.

A expressão resultante do fator de distribuição de corrente é dada por:

$$T_{ij,l} = \frac{z_{il} - z_{jl}}{\bar{z}_{ij}} \quad (4)$$

Nesta equação:

- z_{il} e z_{jl} representam os elementos da matriz de impedância entre as barras i e j com a barra l;
- $\bar{z}_{ij}$ é a impedância da linha entre as barras i e j, com conjugação complexa;
- $T_{ij,l}$ representa o fator de distribuição de corrente da linha ij com relação à injeção na barra l.

A matriz z utilizada é construída com a exclusão da barra de referência, e os fatores $T_{ij,l}$ obtidos com essa formulação correspondem à distribuição de corrente no sistema quando a tensão da barra swing é livre para variar em resposta às perturbações. Esta abordagem corresponde ao que o artigo denomina de *caso base não referenciado*, sendo considerada a forma mais elementar dos fatores de distribuição de corrente.

B. *Fatores com Tensão Constante na Barra Swing*

Nesta formulação, adota-se a premissa de que a tensão da barra swing permanece constante, tanto em módulo quanto em ângulo, frente a variações nas injeções de corrente líquida. Essa hipótese equivale a considerar que a barra de referência possui impedância infinita com o terra, o que impõe uma condição de tensão fixa no sistema.

Sob essa hipótese, os fatores de distribuição são ajustados de forma a considerar a influência da swing sobre a redistribuição de corrente nas linhas. O fator de distribuição modificado para a linha ij com relação à injeção na barra l é definido por:

$$T'_{ij,l} = \left(\frac{z_{il} - z_{jl}}{\bar{z}_{ij}}\right) - \frac{z_{1l}}{z_{11}} \cdot \left(\frac{z_{i1} - z_{j1}}{\bar{z}_{ij}}\right) \quad (5)$$

Nessa equação:

- z_{il} e z_{jl} correspondem às impedâncias entre as barras i, j e a barra l;
- z_{i1}, z_{j1} e z_{1l} são os elementos da matriz de impedância entre as respectivas barras e a barra swing (denotada como barra 1);
- $\bar{z}_{ij}$ representa o conjugado da impedância da linha entre i e j;
- $T'_{ij,l}$ é o fator de distribuição ajustado pela referência de tensão fixa na swing.

O termo subtraído na Equação (5) representa a compensação causada pela imposição da tensão constante na barra swing. Esta compensação corrige a influência indireta da injeção em l sobre a tensão nas demais barras via a swing. Essa abordagem é comumente utilizada por sua simplicidade e aderência aos modelos clássicos de fluxo de carga com barra de referência fixa.

C. *Fatores com Ligação Arbitrária ao Terra (1 + j1)*

Nesta formulação, introduz-se uma ligação de impedância arbitrária entre a barra de referência e o terra, modelada como uma impedância finita z_{tie}. Essa abordagem permite simular um caso intermediário entre os extremos de tensão constante (barra swing com impedância infinita) e de rede não referenciada (sem barra swing definida), generalizando os métodos anteriores.

A equação correspondente ao fator de distribuição de corrente da linha ij com relação à injeção na barra l, considerando a impedância de amarração ao terra, é expressa por:

$$T^{\text{tie}}_{ij,l} = \left(\frac{z_{il} - z_{jl}}{\bar{z}_{ij}}\right) - \frac{z_{1l}}{z_{11} - \bar{z}_{\text{tie}}} \cdot \left(\frac{z_{i1} - z_{j1}}{\bar{z}_{ij}}\right) \quad (6)$$

Nessa equação:

- z_{il}, z_{jl}, z_{i1}, z_{j1} e z_{1l} são elementos da matriz de impedância entre as barras i, j, 1 (swing) e l;
- $\bar{z}_{ij}$ é a impedância da linha entre i e j, com conjugado complexo;
- $\bar{z}_{\text{tie}}$ representa a impedância equivalente da ligação ao terra;
- $T^{\text{tie}}_{ij,l}$ é o fator de distribuição ajustado para a configuração com impedância de aterramento.

Ao variar o valor de z_{tie}, é possível simular diferentes regimes operativos. Quando $z_{\text{tie}} \to \infty$, a equação se reduz ao caso de tensão constante na barra swing (subseção B); quando $z_{\text{tie}} \to 0$, aproxima-se da formulação não referenciada (subseção A). Essa flexibilidade torna a formulação com ligação arbitrária ao terra uma generalização dos modelos anteriores, permitindo maior controle sobre a condição de referência do sistema.

III. The Design, Intent, and Limitations of the Templates

The templates are intended to **approximate the final look and page length of the articles/papers**. **They are NOT intended to be the final produced work that is displayed in print or on IEEEXplore®**. They will help to give the authors an approximation of the number of pages that will be in the final version. The structure of the LaTeX files, as designed, enable easy conversion to XML for the composition systems used by the IEEE. The XML files are used to produce the final print/IEEEXplore pdf and then converted to HTML for IEEEXplore.

IV. Where to Get LaTeX Help — User Groups

The following online groups are helpful to beginning and experienced LaTeX users. A search through their archives can provide many answers to common questions.

http://www.latex-community.org/
https://tex.stackexchange.com/

V. Other Resources

See [1] for resources on formatting math into text and additional help in working with LaTeX.

VI. Text

For some of the remainer of this sample we will use dummy text to fill out paragraphs rather than use live text that may violate a copyright.

Itam, que ipiti sum dem velit la sum et dionet quatibus apitet voloritet audam, qui aliciant voloreicid quaspe volorem ut maximusandit faccum conemporerum aut ellatur, nobis arcimus. Fugit odi ut pliquia incitium latum que cusapere perit molupta eaquaeria quod ut optatem poreiur? Quiaerr ovitior suntiant litio bearciur?

Onseque sequaes rectur autate minullore nusae nestiberum, sum voluptatio. Et ratem sequiam quaspername nos rem repudandae volum consequis nos eium aut as molupta tectum ulparumquam ut maximillesti consequas quas inctia cum volectinusa porrum unt eius cusaest exeritatur? Nias es enist fugit pa vollum reium essusam nist et pa aceaqui quo elibusdandis deligendus que nullaci lloreri bla que sa coreriam explacc atiumquos simolorpore, non prehendunt lam que occum si aut aut maximus eliaeruntia dia sequiamenime natem sendae ipidemp orehend uciisi omnienetus most verum, ommolendi omnimus, est, veni aut ipsa volendelist mo conserum volores estisciis recessi nveles ut poressitatur sitiis ex endi diti volum dolupta aut aut odi as eatquo cullabo remquis toreptum et des accus dolende pores sequas dolores tinust quas expel moditae ne sum quiatis nis endipie nihilis etum fugiae audi dia quiasit quibus. Ibus el et quatemo luptatque doluptaest et pe volent rem ipidusa eribus utem venimolorae dera qui acea quam etur aceruptat. Gias anis doluptaspic tem et aliquis alique inctiuntiur?

Sedigent, si aligend elibuscid ut et ium volo tem eictore pellore ritatus ut ut ullatus in con con pere nos ab ium di tem aliqui od magnit repta volectur suntio. Nam isquiante doluptis essit, ut eos suntionsecto debitiur sum ea ipitiis adipit, oditiore, a dolorerempos aut harum ius, atquat.

Rum rem ditinti sciendunti volupiciendi sequiae nonsect oreniatur, volores sition ressimil inus solut ea volum harumqui to see(7) mint aut quat eos explis ad quodi debis deliqui aspel earcius.

$$x = \sum_{i=0}^{n} 2iQ. \tag{7}$$

Alis nime volorempera perferi sitio denim repudae pre ducilit atatet volecte ssimillorae dolore, ut pel ipsa nonsequiam in re nus maiost et que dolor sunt eturita tibusanis eatent a aut et dio blaudit reptibu scipitem liquia consequodi od unto ipsae. Et enitia vel et experferum quiat harum sa net faccae dolut voloria nem. Bus ut labo. Ita eum repraer rovitia samendit aut et volupta tecupti busant omni quiae porro que nossimodic temquis anto blacita conse nis am, que ereperum eumquam quaescil imenisci quae magnimos recus ilibeaque cum etum iliate prae parumquatemo blaceaquiam quundia dit apienditem rerit re eici quaes eos sinvers pelecabo. Namendignis as exerupit aut magnim ium illabor roratecte plic tem res apiscipsam et vernat untur a deliquaest que non cus eat ea dolupiducim fugiam volum hil ius dolo eaquis sitis aut landesto quo corerest et auditaquas ditae voloribus, qui optaspis exero cusa am, ut plibus.

VII. Some Common Elements

A. Sections and Subsections

Enumeration of section headings is desirable, but not required. When numbered, please be consistent throughout the article, that is, all headings and all levels of section headings in the article should be enumerated. Primary headings are designated with Roman numerals, secondary with capital letters, tertiary with Arabic numbers; and quaternary with lowercase letters. Reference and Acknowledgment headings are unlike all other section headings in text. They are never enumerated. They are simply primary headings without labels, regardless of whether the other headings in the article are enumerated.

B. Citations to the Bibliography

The coding for the citations is made with the LaTeX `\cite` command. This will display as: see [1].

For multiple citations code as follows: `\cite{ref1,ref2,ref3}` which will produce [1]. For reference ranges that are not consecutive code as `\cite{ref1` which will produce [1]

C. Lists

In this section, we will consider three types of lists: simple unnumbered, numbered, and bulleted. There have been many options added to IEEEtran to enhance the creation of lists. If your lists are more complex than those shown below, please refer to the original "IEEEtran_HOWTO.pdf" for additional options.

TABLE I
AN EXAMPLE OF A TABLE

One	Two
Three	Four

A plain unnumbered list:

bare_jrnl.tex
bare_conf.tex
bare_jrnl_compsoc.tex
bare_conf_compsoc.tex
bare_jrnl_comsoc.tex

A simple numbered list:

1) bare_jrnl.tex
2) bare_conf.tex
3) bare_jrnl_compsoc.tex
4) bare_conf_compsoc.tex
5) bare_jrnl_comsoc.tex

A simple bulleted list:

- bare_jrnl.tex
- bare_conf.tex
- bare_jrnl_compsoc.tex
- bare_conf_compsoc.tex
- bare_jrnl_comsoc.tex

D. Figures

Fig. 1 is an example of a floating figure using the graphicx package. Note that `\label` must occur AFTER (or within) `\caption`. For figures, `\caption` should occur after the `\includegraphics`.

Fig. 2(a) and 2(b) is an example of a double column floating figure using two subfigures. (The subfig.sty package must be loaded for this to work.) The subfigure `\label` commands are set within each subfloat command, and the `\label` for the overall figure must come after `\caption`. `\hfil` is used as a separator to get equal spacing. The combined width of all the parts of the figure should do not exceed the text width or a line break will occur.

Note that often IEEE papers with multi-part figures do not place the labels within the image itself (using the optional argument to `\subfloat[]`), but instead will reference/describe all of them (a), (b), etc., within the main caption. Be aware that for subfig.sty to generate the (a), (b), etc., subfigure labels, the optional argument to `\subfloat` must be present. If a subcaption is not desired, leave its contents blank, e.g.,`\subfloat[]`.

VIII. TABLES

Note that, for IEEE-style tables, the `\caption` command should come BEFORE the table. Table captions use title case. Articles (a, an, the), coordinating conjunctions (and, but, for, or, nor), and most short prepositions are lowercase unless they are the first or last word. Table text will default to `\footnotesize` as the IEEE normally uses this smaller font for tables. The `\label` must come after `\caption` as always.

IX. ALGORITHMS

Algorithms should be numbered and include a short title. They are set off from the text with rules above and below the title and after the last line.

Algorithm 1 Weighted Tanimoto ELM.

TRAIN($\mathbf{XT}$)
  select randomly $W \subset \mathbf{X}$
  $N_{\mathbf{t}} \leftarrow |\{i : \mathbf{t}_i = \mathbf{t}\}|$ **for** $\mathbf{t} = -1, +1$
  $B_i \leftarrow \sqrt{\textsc{max}(N_{-1}, N_{+1})/N_{\mathbf{t}_i}}$ **for** $i = 1, ..., N$
  $\hat{\mathbf{H}} \leftarrow B \cdot (\mathbf{X}^T\mathbf{W})/(\nVdash\mathbf{X} + \nVdash\mathbf{W} - \mathbf{X}^T\mathbf{W})$
  $\beta \leftarrow \left(I/C + \hat{\mathbf{H}}^T\hat{\mathbf{H}}\right)^{-1}(\hat{\mathbf{H}}^T B \cdot \mathbf{T})$
  return $\mathbf{W}, \beta$

PREDICT($\mathbf{X}$)
  $\mathbf{H} \leftarrow (\mathbf{X}^T\mathbf{W})/(\nVdash\mathbf{X} + \nVdash\mathbf{W} - \mathbf{X}^T\mathbf{W})$
  return $\textsc{sign}(\mathbf{H}\beta)$

Que sunt eum lam eos si dic to estist, culluptium quid qui nestrum nobis reiumquiatur minimus minctem. Ro moluptat fuga. Itatquiam ut laborpo rersped exceres vollandi repudaerem. Ulparci sunt, qui doluptaquis sumquia ndestiu sapient iorepella sunti veribus. Ro moluptat fuga. Itatquiam ut laborpo rersped exceres vollandi repudaerem.

X. MATHEMATICAL TYPOGRAPHY AND WHY IT MATTERS

Typographical conventions for mathematical formulas have been developed to **provide uniformity and clarity of presentation across mathematical texts**. This enables the readers of those texts to both understand the author's ideas and to grasp new concepts quickly. While software such as LATEX and MathType® can produce aesthetically pleasing math when used properly, it is also very easy to misuse the software, potentially resulting in incorrect math display.

IEEE aims to provide authors with the proper guidance on mathematical typesetting style and assist them in writing the best possible article. As such, IEEE has assembled a set of examples of good and bad mathematical typesetting

Further examples can be found at http://journals.ieeeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/sites/7/IEEE-Math-Typesetting-Guide-for-LaTeX-Users.pdf

A. Display Equations

The simple display equation example shown below uses the "equation" environment. To number the equations, use the `\label` macro to create an identifier for the equation. LaTeX will automatically number the equation for you.

$$x = \sum_{i=0}^{n} 2iQ. \tag{8}$$

is coded as follows:

```
\begin{equation}
\label{deqn_ex1}
x = \sum_{i=0}^{n} 2{i} Q.
```

```
\end{equation}
```

To reference this equation in the text use the `\ref` macro. Please see (8)
is coded as follows:

```
Please see (\ref{deqn_ex1})
```

B. Equation Numbering

Consecutive Numbering: Equations within an article are numbered consecutively from the beginning of the article to the end, i.e., (1), (2), (3), (4), (5), etc. Do not use roman numerals or section numbers for equation numbering.
Appendix Equations: The continuation of consecutively numbered equations is best in the Appendix, but numbering as (A1), (A2), etc., is permissible.

Hyphens and Periods: Hyphens and periods should not be used in equation numbers, i.e., use (1a) rather than (1-a) and (2a) rather than (2.a) for subequations. This should be consistent throughout the article.

C. Multi-Line Equations and Alignment

Here we show several examples of multi-line equations and proper alignments.
A single equation that must break over multiple lines due to length with no specific alignment.

$$\begin{multline}\text{The first line of this example}\\ \text{The second line of this example}\\ \text{The third line of this example} \tag{9}\end{multline}$$

is coded as:

```
\begin{multline}
\text{The first line of this example}\\
\text{The second line of this example}\\
\text{The third line of this example}
\end{multline}
```

A single equation with multiple lines aligned at the = signs

$$a = c + d \tag{10}$$
$$b = e + f \tag{11}$$

is coded as:

```
\begin{align}
a &= c+d \\
b &= e+f
\end{align}
```

The `align` environment can align on multiple points as shown in the following example:

$$x = y \qquad X = Y \qquad a = bc \tag{12}$$
$$x' = y' \qquad X' = Y' \qquad a' = bz \tag{13}$$

is coded as:

```
\begin{align}
x &= y & X & =Y & a &=bc\\
x' &= y' & X' &=Y' &a' &=bz
\end{align}
```

D. Subnumbering

The amsmath package provides a `subequations` environment to facilitate subnumbering. An example:

$$f = g \tag{14a}$$
$$f' = g' \tag{14b}$$
$$\mathcal{L}f = \mathcal{L}g \tag{14c}$$

is coded as:

```
\begin{subequations}\label{eq:2}
\begin{align}
f&=g \label{eq:2A}\\
f' &=g' \label{eq:2B}\\
\mathcal{L}f &= \mathcal{L}g \label{eq:2c}
\end{align}
\end{subequations}
```

E. Matrices

There are several useful matrix environments that can save you some keystrokes. See the example coding below and the output.
A simple matrix:

$$\begin{matrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{matrix} \tag{15}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\begin{matrix}  0 &  1 \\
1 &  0 \end{matrix}
\end{equation}
```

A matrix with parenthesis

$$\begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \tag{16}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\begin{pmatrix} 0 & -i \\
 i &  0 \end{pmatrix}
\end{equation}
```

A matrix with square brackets

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \tag{17}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\begin{bmatrix} 0 & -1 \\
1 &  0 \end{bmatrix}
\end{equation}
```

A matrix with curly braces

$$\begin{Bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{Bmatrix} \tag{18}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\begin{Bmatrix} 1 &  0 \\
0 & -1 \end{Bmatrix}
\end{equation}
```

A matrix with single verticals

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} \tag{19}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\begin{vmatrix} a &  b \\
c &  d \end{vmatrix}
\end{equation}
```

A matrix with double verticals

$$\begin{Vmatrix} i & 0 \\ 0 & -i \end{Vmatrix} \tag{20}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\begin{Vmatrix} i &  0 \\
0 & -i \end{Vmatrix}
\end{equation}
```

F. Arrays

The `array` environment allows you some options for matrix-like equations. You will have to manually key the fences, but there are other options for alignment of the columns and for setting horizontal and vertical rules. The argument to `array` controls alignment and placement of vertical rules.

A simple array

$$\left(\begin{array}{cccc} a+b+c & uv & x-y & 27\\ a+b & u+v & z & 134 \end{array} \right) \tag{21}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\left(
\begin{array}{cccc}
a+b+c & uv & x-y & 27\\
a+b & u+v & z & 134
\end{array} \right)
\end{equation}
```

A slight variation on this to better align the numbers in the last column

$$\left(\begin{array}{cccr} a+b+c & uv & x-y & 27\\ a+b & u+v & z & 134 \end{array} \right) \tag{22}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\left(
\begin{array}{cccr}
a+b+c & uv & x-y & 27\\
a+b & u+v & z & 134
\end{array} \right)
\end{equation}
```

An array with vertical and horizontal rules

$$\left(\begin{array}{c|c|c|r} a+b+c & uv & x-y & 27\\ \hline a+b & u+v & z & 134 \end{array} \right) \tag{23}$$

is coded as:

```
\begin{equation}
\left(
\begin{array}{c|c|c|r}
a+b+c & uv & x-y & 27\\
a+b & u+v & z & 134
\end{array} \right)
\end{equation}
```

Note the argument now has the pipe "|" included to indicate the placement of the vertical rules.

G. Cases Structures

Many times cases can be miscoded using the wrong environment, i.e., `array`. Using the `cases` environment will save keystrokes (from not having to type the `\left\lbrace`) and automatically provide the correct column alignment.

$$z_m(t) = \begin{cases} 1, & \text{if } \beta_m(t) \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

is coded as follows:

```
\begin{equation*}
{z_m(t)} =
\begin{cases}
1,&{\text{if}}\ {\beta }_m(t),\\
{0,}&{\text{otherwise.}}
\end{cases}
\end{equation*}
```

Note that the "&" is used to mark the tabular alignment. This is important to get proper column alignment. Do not use `\quad` or other fixed spaces to try and align the columns. Also, note the use of the `\text` macro for text elements such as "if" and "otherwise."

H. Function Formatting in Equations

Often, there is an easy way to properly format most common functions. Use of the \ in front of the function name will in most cases, provide the correct formatting. When this does not work, the following example provides a solution using the `\text` macro:

$$d_{R}^{KM} = \underset{d_{l}^{KM}}{\text{arg min}} \{ d_{1}^{KM}, \ldots, d_{6}^{KM}\}.$$

is coded as follows:

```
\begin{equation*}
 d_{R}^{KM} = \underset {d_{l}^{KM}}
 {\text{arg min}} \{ d_{1}^{KM},
 \ldots,d_{6}^{KM}\}.
\end{equation*}
```

I. Text Acronyms Inside Equations

This example shows where the acronym "MSE" is coded using \text{} to match how it appears in the text.

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(Y_{i} - \hat{Y_{i}})^{2}$$

```
\begin{equation*}
 \text{MSE} = \frac {1}{n}\sum _{i=1}^{n}
(Y_{i} - \hat {Y_{i}})^{2}
\end{equation*}
```

XI. Conclusion

The conclusion goes here.

Acknowledgments

Agradecemos ao professor João Alberto Passos Filho, por disponibilizar o material de suporte, e incentivar o desenvolvimento do artigo.

References

[1] P. W. Sauer, "On the formulation of power distribution factors for linear load flow methods," *IEEE Trans. Power Appar. Syst.*, vol. PAS-100, no. 2, pp. 764–770, Feb. 1981. DOI: 10.1109/TPAS.1981.316422.

XII. Biography Section

Giovani Santiago Junqueira Possui graduação em Engenharia Mecânica pela EESC-USP, pós-graduação em Engenharia de Manutenção pela UNITINS e MBA Executivo em Administração do Setor Elétrico pela FGV. Atua há mais de 23 anos em usinas hidrelétricas no setor elétrico brasileiro. Atualmente é aluno de mestrado em Engenharia Elétrica de Potência pela Universidade Federal de Juiz de Fora, com foco em métodos de otimização e confiabilidade de sistemas elétricos.