

Conference Paper Title*

*Note: Sub-titles are not captured in Xplore and should not be used

1st Given Name Surname
dept. name of organization (of Aff.)
name of organization (of Aff.)
City, Country
email address or ORCID

2nd Given Name Surname
dept. name of organization (of Aff.)
name of organization (of Aff.)
City, Country
email address or ORCID

3rd Given Name Surname
dept. name of organization (of Aff.)
name of organization (of Aff.)
City, Country
email address or ORCID

4th Given Name Surname
dept. name of organization (of Aff.)
name of organization (of Aff.)
City, Country
email address or ORCID

5th Given Name Surname
dept. name of organization (of Aff.)
name of organization (of Aff.)
City, Country
email address or ORCID

6th Given Name Surname
dept. name of organization (of Aff.)
name of organization (of Aff.)
City, Country
email address or ORCID

Abstract—This document is a model and instructions for \LaTeX . This and the `IEEEtran.cls` file define the components of your paper [title, text, heads, etc.]. ***CRITICAL: Do Not Use Symbols, Special Characters, Footnotes, or Math in Paper Title or Abstract.**

Index Terms—component, formatting, style, styling, insert

I. INTRODUCTION

This document is a model and instructions for \LaTeX . Please observe the conference page limits.

II. EASE OF USE

A. Maintaining the Integrity of the Specifications

The `IEEEtran` class file is used to format your paper and style the text. All margins, column widths, line spaces, and text fonts are prescribed; please do not alter them. You may note peculiarities. For example, the head margin measures proportionately more than is customary. This measurement and others are deliberate, using specifications that anticipate your paper as one part of the entire proceedings, and not as an independent document. Please do not revise any of the current designations.

III. SENSORES E TECNOLOGIAS PARA MONITORAMENTO AMBIENTAL

Nosso dia a dia é repleto de sensores, sempre coletando dados sobre o ambiente ao nosso redor. Esses sensores podem ser classificados de muitas formas diferentes, alguns exemplos de categorização relevantes para entendimento são: sensores ativos e passivos, onde os sensores ativos emitem algum tipo de sinal para medir uma grandeza física, enquanto os sensores passivos apenas captam sinais já existentes no ambiente [?]. Outra forma de classificar os sensores é a forma com que interagem com o ambiente, onde sensores de contato medem grandezas físicas diretamente em contato com o meio,

Identify applicable funding agency here. If none, delete this.

enquanto sensores de não contato medem grandezas físicas sem necessidade de contato direto [?], [?], [?]. Por fim, existem ainda muitas outras formas de classificar sensores, neste trabalho optou-se por agrupar os sensores de acordo com o tipo de ambiente onde são aplicados, como sensores de nível de água, sensores de qualidade do ar, sensores de solo, de forma a melhor guiar pesquisas nesses ambientes.

IV. MONITORAMENTO DE ÁGUA

Quando falamos de monitoramento de água, podemos dividir os sensores em dois tipos principais: sensores de nível de água e sensores de qualidade da água. Os sensores de nível de água são utilizados para medir a altura da coluna d'água em corpos hídricos, como rios, lagos e reservatórios ou em ambientes controlados como tanques e poços. Já os sensores de qualidade da água são usados para medir parâmetros como pH, turbidez, condutividade elétrica (EC) e outros compostos químicos presentes na água.

A. Sensores de Nível de Água

Para o monitoramento de nível de água em ambientes naturais como rios e lagos, podemos destacar os tradicionais sensores de contato, como os sensores de pressão ou linigráficos, que medem a pressão exercida pela coluna d'água sobre o sensor, um destes foi testado por santana2024^{development}, destacando que o mesmo faz boas leituras, sendo 1001[?], [?], [?], [?].

Quando buscamos sensores para monitoramento de nível em ambientes controlados como tanques e poços, e não estamos preocupados em sensores de longo alcance, não precisamos nos preocupar tanto com fatores como detritos flutuantes, e podemos utilizar os sensores já mencionados anteriormente para aplicações em rios e lagos, além de outros métodos mais simples como os sensores de nível de água resistivos, que medem a resistência elétrica entre dois eletrodos submersos na água. Esses sensores são econômicos e fáceis de instalar,

mas podem ser afetados por corrosão e depósitos minerais [?], [?].

Para essa categoria monitoramento de nível em ambientes controlados existem ainda tecnologias emergentes que demonstram potencial, como os sensores passivos de nível de água baseados em ondas acústicas, o sensor SAW mede variações de deformação ou pressão na parede do tanque causadas pela mudança no nível da água, convertendo essas alterações em sinais de resposta, como os desenvolvidos por ali2020, *awesreejith2024_modeling. Outra tecnologia que aparece*

Para aplicações de monitoramento sem contato, esta revisão apresenta tres destaques, sensores ultrassônicos, sensores lidar, e monitoramento remoto através de imagens geradas por aplicações aeroespaciais.

Os sensores de nível de água baseados em ultrassom, emitem ondas sonoras e medem o tempo que essas ondas levam para retornar ao sensor. Esses sensores são amplamente utilizados devido à sua precisão e capacidade de operar em ambientes com variações de temperatura e pressão [?], [?]. Por exemplo, o modelo de sensor ultrassônico GY-Us42 foi testado com resultados indicando que o erro médio do dispositivo é inferior a 3% [?]. Outro modelo, o HC-SR04, também foi avaliado como uma alternativa técnica e econômica viável para monitoramento de níveis de água [?], além de ser uma boa opção para educação, ciência cidadã e pesquisa devido ao seu baixo custo [?].

Os sensores LiDAR fazem uso de ondas ópticas para medir distâncias e velocidades, sendo amplamente utilizados em metrologia, monitoramento ambiental, arqueologia e robótica [?], [?]. O princípio de medição do LiDAR baseia-se na rugosidade da superfície refletora para gerar reflexão não especular (ou seja, dispersão) do feixe laser emitido. A faixa de luz próxima do infravermelho (NIR) é a mais comumente utilizada para esse fim, geralmente em comprimentos de onda entre 900 e 1100 nm (270-330 THz), devido ao baixo custo dos lasers operando nessa faixa e à menor densidade de energia em comparação com o espectro visível [?], [?], [?], [?]. Assim como nos sensores ultrassônicos, a medição do LiDAR é feita pelo tempo de voo (TOF), mas existem dois métodos principais de medição, o TOF pulsado e o AMCW TOF, que diferem na forma como o sinal é emitido e recebido. No TOF pulsado, um pulso óptico é emitido e o tempo que leva para retornar ao sensor é medido, enquanto no AMCW TOF, uma onda contínua modulada em amplitude é utilizada, e a diferença de fase entre os sinais transmitidos e recebidos é medida para determinar a distância [?].

Esses sensores foram explorados como uma alternativa de baixo custo para medir níveis de água a partir de pontes, com testes em laboratório e campo indicando uma boa precisão com erro de 0.1%, mas com variações significativas causadas pela temperatura do sensor e pela rugosidade da água [?]. Sensores LiDAR instalados em margens de rios para monitoramento de enchentes também foram testados com bons resultados, o estudo indicou que partículas suspensas na água impactam positivamente a precisão das leituras, e que o sensor poderia também ser usado para detectar a cncentração dessas partículas

suspensas na água [?]. Outro estudo comparou o modelo de sensor LiDAR TF-mini com sensores de pressão linigráficos, mostrando os benefícios do método de medição sem contato do LiDAR em comparação com o método de contato do linigráfico e validando o LiDAR como uma excelente escolha entre as tecnologias de medição de nível de fluido comparadas [?].

Outro método de monitoramento de nível de água em ambientes abertos, e a utilização de monitoramento remoto usando dados obtidos via satélite, como o trabalho realizado por jiang2024, *monitoring, que utiliza imagem e outros dados obtidos via satél*

B. Qualidade da Água

O trabalho de ferreira2023, *onception apresenta um projeto de monitor*

V. MONITORAMENTO DO SOLO

O monitoramento do solo é uma ferramenta essencial para otimizar o crescimento das culturas, melhorar a eficiência produtiva e promover práticas agrícolas mais sustentáveis. Os sensores de solo permitem a medição contínua de parâmetros físicos e químicos, como umidade e concentração de nutrientes, fornecendo dados em tempo real para apoiar a tomada de decisão no campo. A demanda por essas tecnologias vem crescendo, impulsionada pelo aumento populacional, pela necessidade de ampliar a produção de alimentos e pela pressão por práticas agrícolas mais eficientes e conscientes em relação ao meio ambiente. Um exemplo representativo é o mercado de sensores de umidade do solo, que movimentou cerca de US\$ 147,5 milhões em 2020, com expectativa de atingir US\$ 360,9 milhões até 2027, refletindo o interesse global em tecnologias de agricultura digital [?] .

Historicamente, as recomendações de manejo agrícola foram desenvolvidas seguindo uma lógica de zonas agroecológicas amplas, como ocorreu durante a Revolução Verde, quando o foco estava apenas no aumento da produtividade por meio de fertilizantes sintéticos, sem considerar adequadamente as condições locais de solo e água, nem os impactos ambientais associados. Grande parte desse legado ainda persiste, com práticas baseadas em procedimentos centralizados e relações empíricas genéricas entre nutrientes, doses de fertilizantes e produtividade. Nesse contexto, os sensores de solo surgem como uma ferramenta fundamental para romper com esse modelo “top-down” e viabilizar uma abordagem “bottom-up”, em que as decisões de manejo passam a ser orientadas por dados reais, específicos de cada microambiente agrícola, no espaço e no tempo [?].

A. SAW, RFID, e nanotechnology

Como sabemos a agricultura pode cobrir vastas areas e nestes casos WSNs e tradicionalmente LoRaWAN são muito aplicáveis pois permitem cobrir estas áreas de forma remota deng2020, *ovel. Dito isso, outras alternativas de cobertura para grandes*

O trabalho de boada2018, *attery less apresenta o desenvolvimento de um*

AQUI UM PARAGRAFO SOBRE PLANTAS E NUTRIENTES, EXPLICAR SAW SENSOR E RFID?

VI. MONITORAMENTO DO AR E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO AR

Quando pensamos em ambientes urbanos integrados com IoT, dentro do conceito de smart cities, um dos parâmetros mais relevantes é a qualidade do ar, devido aos impactos diretos na saúde pública, no meio ambiente e na economia global. A poluição atmosférica em áreas urbanas, com distribuição espacial e temporal não uniforme, reforça a necessidade de sistemas de monitoramento com alta resolução espaço-temporal, algo que os sistemas tradicionais de monitoramento ainda não conseguem oferecer de forma escalável e com ampla cobertura de dados [?].

Nesse contexto, o avanço das tecnologias de sensores, como MEMS e redes de sensores sem fio (WSN), tem impulsionado o desenvolvimento do conceito de The Next Generation Air Pollution Monitoring System (TNGAPMS). Para esse tipo de aplicação, os gases de maior preocupação são monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio ao nível do solo (O₃) e dióxido de enxofre (SO₂). Atualmente, os sensores mais utilizados e adequados para o monitoramento de tais gases em cenários urbanos e industriais são os sensores eletroquímicos e os sensores de estado sólido (semicondutores), embora também existam outras tecnologias de baixo custo, como os sensores catalíticos, NDIR e PID, que são amplamente aplicados em diferentes contextos de detecção de gases [?].

A. Detecção de Elementos Químicos

O estudo de devkota₂₀₁₇, *investiga sensores SAW para detecção de gases*, investiga sensores SAW para detecção de NO₂, SO₂, CO, vapores orgânicos como tolueno, etanol, acetona e agentes químicos de guerra. O trabalho destaca a importância da estabilidade dos materiais em ambientes extremos, o uso de antenas para operação sem fio e baixo consumo energético, e aponta para futuras pesquisas em materiais sensíveis, sensores flexíveis e arranjos multi-elemento para monitoramento simultâneo de vários gases.

FALAR DE OUTROS SENSORES MAIS COMUNS PARA ESTA APL

B. Poluição e Qualidade do Ar

O trabalho de karagulian₂₀₁₉, *review analisa o desempenho de sensores de baixo custo (LCS) para o monitoramento de diversos poluentes*, analisa o desempenho de sensores de baixo custo (LCS) para o monitoramento de diversos poluentes, incluindo ozônio (O₃) e material particulado (PM_{2.5}). A revisão destaca o potencial desses sensores para ampliar a cobertura espacial em áreas urbanas e remotas, além de avaliar diferentes métodos de calibração, como MLR, ANN, SVR e RF, levando em conta fatores como a umidade relativa, que influencia significativamente a medição de partículas.

O trabalho yi₂₀₁₅, *apresenta uma revisão dos sistemas de monitoramento da qualidade do ar baseados em redes de sensores sem fio (WSN) em três categorias principais*, apresenta uma revisão dos sistemas de monitoramento da qualidade do ar baseados em redes de sensores sem fio (WSN) em três categorias principais: Redes de Sensores Estáticas (SSN), Redes de Sensores Comuns (CSN) e Redes de Sensores Móveis (MSN). O trabalho também discute a importância de fatores como a localização, o custo, a eficiência energética, a facilidade de implantação e a manutenção no desempenho dos sistemas.

VII. PREPARE YOUR PAPER BEFORE STYLING

Before you begin to format your paper, first write and save the content as a separate text file. Complete all content and organizational editing before formatting. Please note sections

??-?? below for more information on proofreading, spelling and grammar.

Keep your text and graphic files separate until after the text has been formatted and styled. Do not number text heads— \LaTeX will do that for you.

A. Abbreviations and Acronyms

Define abbreviations and acronyms the first time they are used in the text, even after they have been defined in the abstract. Abbreviations such as IEEE, SI, MKS, CGS, ac, dc, and rms do not have to be defined. Do not use abbreviations in the title or heads unless they are unavoidable.

B. Units

- Use either SI (MKS) or CGS as primary units. (SI units are encouraged.) English units may be used as secondary units (in parentheses). An exception would be the use of English units as identifiers in trade, such as “3.5-inch disk drive”.
- Avoid combining SI and CGS units, such as current in amperes and magnetic field in oersteds. This often leads to confusion because equations do not balance dimensionally. If you must use mixed units, clearly state the units for each quantity that you use in an equation.
- Do not mix complete spellings and abbreviations of units: “Wb/m²” or “webers per square meter”, not “webers/m²”. Spell out units when they appear in text: “. . . a few henries”, not “. . . a few H”.
- Use a zero before decimal points: “0.25”, not “.25”. Use “cm³”, not “cc”.)

C. Equations

Number equations consecutively. To make your equations more compact, you may use the solidus (/), the exp function, or appropriate exponents. Italicize Roman symbols for quantities and variables, but not Greek symbols. Use a long dash rather than a hyphen for a minus sign. Punctuate equations with commas or periods when they are part of a sentence, as in:

$$a + b = \gamma \quad (1)$$

Be sure that the symbols in your equation have been defined before or immediately following the equation. Use “(??)”, not “Eq. (??)” or “equation (??)”, except at the beginning of a sentence: “Equation (??) is . . .”

D. \LaTeX -Specific Advice

Please use “soft” (e.g., `\eqref{Eq. 1}`) cross references instead of “hard” references (e.g., (1)). That will make it possible to combine sections, add equations, or change the order of figures or citations without having to go through the file line by line.

Please don’t use the `{eqnarray}` equation environment. Use `{align}` or `{IEEEeqnarray}` instead. The `{eqnarray}` environment leaves unsightly spaces around relation symbols.

Please note that the `{subequations}` environment in \LaTeX will increment the main equation counter even when there are no equation numbers displayed. If you forget that, you might write an article in which the equation numbers skip from (17) to (20), causing the copy editors to wonder if you’ve discovered a new method of counting.

\BIBTeX does not work by magic. It doesn’t get the bibliographic data from thin air but from .bib files. If you use \BIBTeX to produce a bibliography you must send the .bib files.

\LaTeX can’t read your mind. If you assign the same label to a subsection and a table, you might find that Table I has been cross referenced as Table IV-B3.

\LaTeX does not have precognitive abilities. If you put a `\label` command before the command that updates the counter it’s supposed to be using, the label will pick up the last counter to be cross referenced instead. In particular, a `\label` command should not go before the caption of a figure or a table.

Do not use `\nonumber` inside the `{array}` environment. It will not stop equation numbers inside `{array}` (there won’t be any anyway) and it might stop a wanted equation number in the surrounding equation.

E. Some Common Mistakes

- The word “data” is plural, not singular.
- The subscript for the permeability of vacuum μ_0 , and other common scientific constants, is zero with subscript formatting, not a lowercase letter “o”.
- In American English, commas, semicolons, periods, question and exclamation marks are located within quotation marks only when a complete thought or name is cited, such as a title or full quotation. When quotation marks are used, instead of a bold or italic typeface, to highlight a word or phrase, punctuation should appear outside of the quotation marks. A parenthetical phrase or statement at the end of a sentence is punctuated outside of the closing parenthesis (like this). (A parenthetical sentence is punctuated within the parentheses.)
- A graph within a graph is an “inset”, not an “insert”. The word alternatively is preferred to the word “alternately” (unless you really mean something that alternates).
- Do not use the word “essentially” to mean “approximately” or “effectively”.
- In your paper title, if the words “that uses” can accurately replace the word “using”, capitalize the “u”; if not, keep using lower-cased.
- Be aware of the different meanings of the homophones “affect” and “effect”, “complement” and “compliment”, “discreet” and “discrete”, “principal” and “principle”.
- Do not confuse “imply” and “infer”.
- The prefix “non” is not a word; it should be joined to the word it modifies, usually without a hyphen.
- There is no period after the “et” in the Latin abbreviation “et al.”.
- The abbreviation “i.e.” means “that is”, and the abbreviation “e.g.” means “for example”.

An excellent style manual for science writers is [?].

F. Authors and Affiliations

The class file is designed for, but not limited to, six authors. A minimum of one author is required for all conference articles. Author names should be listed starting from left to right and then moving down to the next line. This is the author sequence that will be used in future citations and by indexing services. Names should not be listed in columns nor group by affiliation. Please keep your affiliations as succinct as possible (for example, do not differentiate among departments of the same organization).

G. Identify the Headings

Headings, or heads, are organizational devices that guide the reader through your paper. There are two types: component heads and text heads.

Component heads identify the different components of your paper and are not topically subordinate to each other. Examples include Acknowledgments and References and, for these, the correct style to use is “Heading 5”. Use “figure caption” for your Figure captions, and “table head” for your table title. Run-in heads, such as “Abstract”, will require you to apply a style (in this case, italic) in addition to the style provided by the drop down menu to differentiate the head from the text.

Text heads organize the topics on a relational, hierarchical basis. For example, the paper title is the primary text head because all subsequent material relates and elaborates on this one topic. If there are two or more sub-topics, the next level head (uppercase Roman numerals) should be used and, conversely, if there are not at least two sub-topics, then no subheads should be introduced.

H. Figures and Tables

a) *Positioning Figures and Tables:* Place figures and tables at the top and bottom of columns. Avoid placing them in the middle of columns. Large figures and tables may span across both columns. Figure captions should be below the figures; table heads should appear above the tables. Insert figures and tables after they are cited in the text. Use the abbreviation “Fig. ??”, even at the beginning of a sentence.

TABLE I
TABLE TYPE STYLES

Table Head	Table Column Head		
	Table column subhead	Subhead	Subhead
copy	More table copy ^a		

^aSample of a Table footnote.

Figure Labels: Use 8 point Times New Roman for Figure labels. Use words rather than symbols or abbreviations when writing Figure axis labels to avoid confusing the reader. As an example, write the quantity “Magnetization”, or “Magnetization, M”, not just “M”. If including units in the label, present them within parentheses. Do not label axes only with units. In



Fig. 1. Example of a figure caption.

the example, write “Magnetization (A/m)” or “Magnetization {A[m(1)]}”, not just “A/m”. Do not label axes with a ratio of quantities and units. For example, write “Temperature (K)”, not “Temperature/K”.

ACKNOWLEDGMENT

The preferred spelling of the word “acknowledgment” in America is without an “e” after the “g”. Avoid the stilted expression “one of us (R. B. G.) thanks ...”. Instead, try “R. B. G. thanks...”. Put sponsor acknowledgments in the unnumbered footnote on the first page.

REFERENCES

Please number citations consecutively within brackets [?]. The sentence punctuation follows the bracket [?]. Refer simply to the reference number, as in [?]¹—do not use “Ref. [?]” or “reference [?]” except at the beginning of a sentence: “Reference [?] was the first ...”

Number footnotes separately in superscripts. Place the actual footnote at the bottom of the column in which it was cited. Do not put footnotes in the abstract or reference list. Use letters for table footnotes.

Unless there are six authors or more give all authors’ names; do not use “et al.”. Papers that have not been published, even if they have been submitted for publication, should be cited as “unpublished” [?]. Papers that have been accepted for publication should be cited as “in press” [?]. Capitalize only the first word in a paper title, except for proper nouns and element symbols.

For papers published in translation journals, please give the English citation first, followed by the original foreign-language citation [?].

REFERENCES

- [1] G. Eason, B. Noble, and I. N. Sneddon, “On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions,” *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529–551, April 1955.
- [2] J. Clerk Maxwell, *A Treatise on Electricity and Magnetism*, 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68–73.
- [3] I. S. Jacobs and C. P. Bean, “Fine particles, thin films and exchange anisotropy,” in *Magnetism*, vol. III, G. T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271–350.
- [4] K. Elissa, “Title of paper if known,” unpublished.
- [5] R. Nicole, “Title of paper with only first word capitalized,” *J. Name Stand. Abbrev.*, in press.
- [6] Y. Yorozu, M. Hirano, K. Oka, and Y. Tagawa, “Electron spectroscopy studies on magneto-optical media and plastic substrate interface,” *IEEE Transl. J. Magn. Japan*, vol. 2, pp. 740–741, August 1987 [Digests 9th Annual Conf. Magnetism Japan, p. 301, 1982].
- [7] M. Young, *The Technical Writer’s Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989.

IEEE conference templates contain guidance text for composing and formatting conference papers. Please ensure that all template text is removed from your conference paper prior to submission to the conference. Failure to remove the template text from your paper may result in your paper not being published.