

The background is a dark blue gradient. It features several white line-art gears of various sizes. In the center, there is a faint, semi-transparent image of a person's head in profile, looking downwards. The overall theme is technology and future-oriented industry.

# Gears of the future

Adriano Pereira da Silva  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

The background is dark grey with a complex pattern of white and light grey gears of various sizes. In the center, there is a faint, light grey silhouette of a person's head in profile, facing right. The overall theme is technology and industry.

# Gears of the future

Adriano Pereira da Silva  
(Organizador)

 **Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Adriano Pereira da Silva

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

G292 Gears of the future / Organizador Adriano Pereira da Silva. –  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-868-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.684220402>

1. Gears of the future. I. Silva, Adriano Pereira da  
(Organizador). II. Título.

CDD 303.49

**Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A coleção “Organização Gears of the future” versa a pluralidade científica e acadêmica, permeando as singularidades das várias obras que compõem os seus capítulos. O volume apresentará trabalhos, pesquisas, relatos que promovem as diversas formas da aplicação da engenharia de produção, de modo interdisciplinar e contextualizada, em sua gama de conteúdo iterativo.

O principal objetivo é expor, de forma categórica e clara, as pesquisas realizadas nas diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais, cujos trabalhos contemplam diretrizes relacionadas à automação, cromatografia, estilos de aprendizagem, identificação de sistemas, impressão 3d, melhoramento de solo, métodos numéricos, reconhecimento de padrões e áreas correlatas.

Portanto, os tópicos discutidos em sociedade, empresariado e academia, são trazidos para um âmbito crítico e estruturado, estabelecendo uma base de conhecimento para acadêmicos, professores e todos aqueles que estão interessados na engenharia de produção e/ou industrial. Assim, salienta-se a importância das temáticas abordadas nesta coleção, visto pela evolução das diferentes ferramentas, métodos e processos que a indústria 4.0 desenvolveu ao longo do tempo e sendo capaz de solucionar problemas atuais e vindouros.

Deste modo, esta obra propõe uma teoria a partir dos resultados práticos obtidos por diversos professores e estudiosos que trabalharam intensamente no desenvolvimento de seus trabalhos, que será apresentada de forma concisa e pedagógica. Sabemos da importância da divulgação científica, por isso também destacamos a estrutura da Atena Editora para fornecer a esses entusiastas da pesquisa científica uma plataforma integrada e confiável para a exibição e divulgação de seus resultados.

Adriano Pereira da Silva



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### RETROSPECTIVA DE LA FORMACIÓN DEL INGENIERO FORESTAL ANTE LA CRISIS AMBIENTAL DEL PLANETA

Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo

Alicia Avitia Deras

Jorge Antonio Torres Pérez

Martha Alicia Cazares Moran


Víctor Manuel Interian Ku

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204021>

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE PROJETO DE TÚNEIS EM MACIÇOS FRATURADOS

Frederico Veiga Ribeiro Gonçalves


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204022>

### **CAPÍTULO 3..... 30**

#### CONTROLE ADAPTATIVO USADO EM DOIS ELOS DE UM ROBÔ ELETROMECAÂNICO DE CINCO GRAUS DE LIBERDADE

José Antonio Riul

Paulo Henrique de Miranda Montenegro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204023>

### **CAPÍTULO 4..... 42**

#### DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO COM SENSOR DE TEMPERATURA E BARRA DE LEDS UTILIZANDO UM MICROCONTROLADOR COM NÚCLEO 8051

Eduardo Batista dos Santos

Salvador Pinillos Gimenez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204024>

### **CAPÍTULO 5..... 59**

#### DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DE LIGAÇÕES CRUZADAS EM BORRACHA NATURAL PARA DIFERENTES SISTEMAS DE VULCANIZAÇÃO

Arthur Pimentel de Carvalho

Harison França do Santos

Carlos Toshiyuki Hiranobe

Eduardo Roque Budemberg

Gabriel Deltrejo Ribeiro

Giovanni Barrera Torres


Jose Francisco Resende

Leonardo Lataro Paim

Leandra Oliveira Salmazo

Miguel Ángel Rodríguez Pérez

Renivaldo José dos Santos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204025>

**CAPÍTULO 6..... 73**

**BIOMATERIALS FOR THE STUDY OF CANCER**

Nicolas Lara

Maria Inês Basso Bernardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204026>

**CAPÍTULO 7..... 90**

**INFLUENCIA DEL CLIMA EN EL CRECIMIENTO RADIAL EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus greggii* EN SANTIAGO DE ANAYA HIDALGO, MÉXICO**

Pedro Antonio Domínguez-Calleros


Rodrigo Rodríguez-Laguna

José Rodolfo Goché Télles

Norberto Domínguez-Amaya

Héctor Manuel Loera-Gallegos

Jesús Alejandro Soto-Cervantes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204027>

**CAPÍTULO 8..... 102**


**INVESTIGAÇÃO HIDROLÓGICA DA MICRO BACIA DO CÓRREGO DO AFLUENTE DO VEADO, NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE – SP**

Karen Caroline Rodrigues Ferreira

Alexandre Teixeira De Souza

Gabriel Itada Tamagno

Elson Mendonça Felici

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204028>


**CAPÍTULO 9..... 112**

**MELHORAMENTO DE SOLO UTILIZANDO MARTELO VIBRATÓRIO: UM ESTUDO DE CASO**

Fábio Lopes Soares

Guilherme Ogliari Oliveria

Rhuan Francisco Antunes de Vasconcelos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.6842204029>

**CAPÍTULO 10..... 124**

**RENDIMENTO E ÁCIDOS GRAXOS DOS FRUTOS DE *Calophyllum brasiliensis* CAMBESS NO SUL DO TOCANTINS**

Maria Cristina Bueno Coelho

Bonfim Alves Souza

Max Vinícios Reis de Sousa

Wádilla Morais Rodrigues

Yandro Santa Brigida Ataíde

Mathaus Messias Coimbra Limeira


Mauro Luiz Erpen

Maurilio Antonio Varavallo

Juliana Barilli

Marcos Giongo


Damiana Beatriz da Silva  
André Ferreira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040210>

**CAPÍTULO 11..... 137**

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE OPERAÇÃO DA EXTRAÇÃO LÍQUIDO –  
LÍQUIDO EM REGIME CONTÍNUO DOS ELEMENTOS TERRAS RARAS SAMÁRIO E  
EURÓPIO


Ysrael Marrero Vera  
Gabriel Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040211>

**CAPÍTULO 12..... 141**

EVOLUTION METHODOLOGY OF BIOABSORBABLE POLYMERIC STRUCTURES IN  
THE APPLICATION OF STENTING AORTIC COARCTATION IN NEONATES


Rosana Nunes Santos  
Aron José Pazin Andrade  
Tiago Senra Garcia Santos  
Gustavo Caravita Andrade  
Carlos Augusto Cardoso Pedra  
Flávio José dos Santos  
Bruno Agostinho Hernandez  
Edson Antonio Capello Sousa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040212>

**CAPÍTULO 13..... 155**

LA WEBQUEST COMO PROPUESTA DE ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE  
PARA ALUMNOS DE INGENIERÍAS


Carlos David Zapata y Sánchez  
Guadalupe López Molina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040213>

**CAPÍTULO 14..... 168**

O USO DE GEOTÊXTIL PARA O CONTROLE DE DRENAGEM DE ÁGUA DE SUPERFÍCIE  
- A SOLUÇÃO UTILIZADA PARA FECHAMENTO ADEQUADO DE UMA PILHA ESTÉRIL


Christ Jesus Barriga Paria  
Hernani Mota de Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040214>

**CAPÍTULO 15..... 180**

OTIMIZAÇÃO DO TRATAMENTO DE EFLUENTES DA INDÚSTRIA CURTIDORA DE  
PELES EM PRESIDENTE PRUDENTE – SP


Karen Caroline Rodrigues Ferreira  
Alexandre Teixeira De Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040215>

**CAPÍTULO 16..... 189**

**TÓPICOS DE ENERGIA LIMPA E MAPAS COGNITIVOS FUZZY APLICADOS EM ANÁLISE DE SATISFAÇÃO NA INSTALAÇÃO DE SOLAR FOTOVOLTAICO**


Márcio Mendonça  
Marta Rúbia Pereira dos Santos  
Célia Cristina Faria  
Fábio Rodrigo Milanez  
Francisco de Assis Scannavino Junior  
Wagner Fontes Godoy  
Rodrigo Henrique Cunha Palácios  
Marco Antônio Ferreira Finocchio  
Carlos Alberto Paschoalino  
Gustavo Henrique Bazan  
Ricardo Breganon  
Uiliam Nelson Lenzion Tomaz Alves  
Marcos Antônio de Matos Laia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040216>

**CAPÍTULO 17..... 203**

**RECONHECIMENTO DE PADRÕES EM SINAIS EMG COM REDE NEURAL PARA IMPLEMENTAÇÃO EM BRAÇO ROBÓTICO**


Evelyne Lopes Ferreira  
Maury Meirelles Gouvêa Jr.

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040217>

**CAPÍTULO 18..... 212**

**SEPARAÇÃO DE TÉRPIO E DISPRÓSIO A PARTIR DA TÉCNICA DE EXTRAÇÃO POR SOLVENTES**


Ysrael Marrero Vera  
Izabel Nunes Ivancko  
João Marcos Batista do Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040218>

**CAPÍTULO 19..... 221**

**VIVER A CIDADE: UMA ANÁLISE A PARTIR DA APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO PÚBLICO URBANO**


Anicoli Romanini



 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040219>

**CAPÍTULO 20..... 233**

**SimP - BANCADA VIRTUAL PARA LABORATÓRIOS DE AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA, HIDRÁULICA, ACIONAMENTO DE MOTORES E CONTROLADORES DE PROCESSO – UM CASO EM EVOLUÇÃO**

Sergio Adalberto Pavani  
Cesar Tadeu Pozzer  
Paulo Roberto Colusso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040220>

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>243</b>
AVALIAÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DE FALTAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO UTILIZANDO UM SIMULADOR EM TEMPO REAL	
William Pinheiro Silva	
Damásio Fernandes Júnior	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040221">https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040221</a>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>257</b>
von MISES TAPERING: A NEW CIRCULAR WINDOWING	
Hélio Magalhães de Oliveira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040222">https://doi.org/10.22533/at.ed.68422040222</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>272</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>273</b>

## VON MISES TAPERING: A NEW CIRCULAR WINDOWING

*Data de aceite:* 01/01/2022

*Data de submissão:* 08/09/2021

**Hélio Magalhães de Oliveira**

Federal University of Pernambuco, Statistics  
Department  
Brazil

<https://orcid.org/0000-0002-6843-0635>

Part of this article was presented at the SBRT, doi 10.14209/SBRT.2018.179

**ABSTRACT:** Discrete and continuous standard windowing are revisited and a new taper shape is introduced, which based on the normal circular distribution by von Mises. Both the continuous-time and the discrete-time windows are considered, and their spectra obtained. A brief comparison with further classical window families is performed in terms of their properties in the spectral domain. These windows can be used in spectral analysis, and in particular, in the design of FIR (finite impulse response) filters as an alternative to the Kaiser window.

**KEYWORDS:** vonMises, tapering function, circular distributions, FIR design.

### TAPERDE VON MISES: UMA NOVA JANELA CIRCULAR

**RESUMO:** Janelas discretas e contínuas são revisitadas e uma nova forma de taper é

introduzida, a qual se baseia na distribuição circular normal de von Mises. Ambas as janelas de tempo contínuo e discreto são consideradas e seus espectros deduzidos. Uma breve comparação com outras famílias de janelas clássicas é realizada em termos de suas propriedades no domínio espectral. Essas janelas podem ser usadas em análises espectrais e, em particular, no projeto de filtros FIR (resposta ao impulso finito), como uma alternativa à janela de Kaiser.

**PALAVRAS-CHAVE:** Von Mises, janelamento, distribuições circulares, projeto de FIR

## 1 | INTRODUCTION

Due to the cyclic or quasi-periodic nature of various types of signals, the signal processing techniques developed for real variables in the real line may not be appropriate. For circular data [2], [7], it makes no sense to use the sample mean, usually adopted to the data line as a measure of centrality. Circular measurements occur in many areas [20], such as Chronobiology [24], economy [6], geography [3], medical (Circadian therapy [25], epidemiology [12]...), geology [41], [34], meteorology [4], acoustic scatter [21] and particularly in signals with some cyclic structure (GPS navigation [27], characterization of oriented textures [5], discrete-time signal processing and over finite fields). Even in political analysis [15]. Probability distributions can be successfully used as a support tool for several purposes: for example,

the beta distribution was used in wavelet construction [9]. Here, the von Mises distribution is used in the design of tapers. Tools such as rose diagram [19] allow rich graphical interpretation. For random signals, the focus is on circular distributions of probability. The uniform distribution of an angle  $\phi$ , circular in the range  $[0, 2\pi]$ , is given by:

$$f_1(\phi) := \frac{1}{2\pi} \mathbb{I}_{[0,2\pi]}(\phi), \quad (1)$$

where  $\mathbb{I}_A(\cdot)$  is the indicator function of the interval  $A \subset \mathbb{R}$ . It is denoted by  $\phi \sim U(0, 2\pi)$ . Another very relevant circular distribution is the normal circular distribution, introduced in 1918 by von Mises, defined in the interval  $[0, 2\pi]$  and denoted by  $\phi \sim VM(\phi_0, \beta)$ .

$$f_2(\varphi) := \frac{1}{2\pi I_0(\beta)} e^{\beta \cos(\varphi - \varphi_0)}, \quad (2)$$

where  $\beta \geq 0$  and  $I_0(\cdot)$  is the zero-order modified Bessel function of the First Kind [1] (not to be confused with the indicator function), i.e.

$$I_0(z) := \frac{1}{\pi} \int_0^\pi e^{z \cdot \cos\theta} d\theta = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(z/2)^{2n}}{n!^2}. \quad (3)$$

This probability density dominates in current analysis of circular data because it.

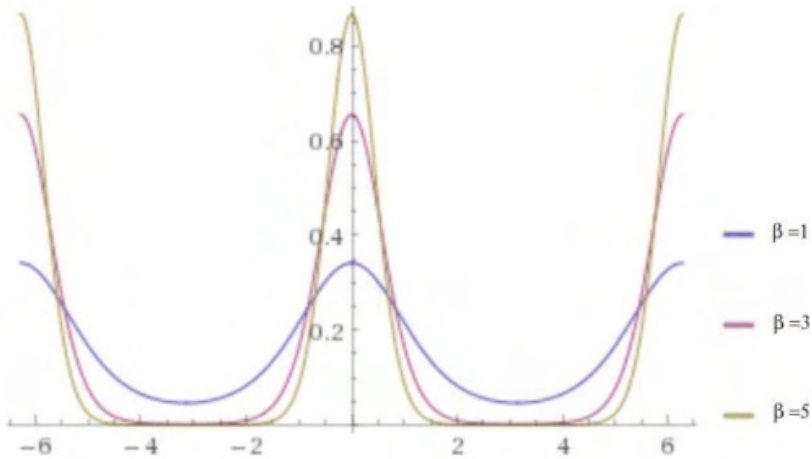


Fig. 1: Periodic extension of the von Mises distribution with zero-mean for several parameter values:  $\beta = 1, 3, 5$ . Note that the support of the density is confined to  $[-\pi, \pi]$ .

is flexible with regard to the effect of parameters. In a standard notation,

$$f(x|\mu, \kappa) := \frac{e^{\kappa \cos(x-\mu)}}{2\pi I_0(\kappa)} \cdot \mathbb{I}_{[-\pi, \pi]}. \quad (4)$$

Standardized distribution support is  $[-\pi, \pi]$  and the mean, mode and median values are  $\mu$ . The parameter  $\kappa$  plays a role connected to variance, being  $\sigma^2 \approx 1/\kappa$ .

$$E(X) = \mu \text{ and } \text{Var}(X) = 1 - \frac{I_1(\kappa)}{I_0(\kappa)}.$$

Two limiting behaviors can be observed:

$$\lim_{\kappa \rightarrow 0} f(x|\mu, \kappa) = \frac{1}{2\pi} \text{rect} \left( \frac{x - \mu}{2\pi} \right), \quad (5)$$

where  $\text{rect}(x) := \begin{cases} 1 & \text{if } |x| \leq 1/2 \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$  is the gate function, and therefore

$$\lim_{\kappa \rightarrow 0} VM(\mu, \kappa) \sim U(-\pi, \pi). \quad (6)$$

$$\lim_{\kappa \rightarrow +\infty} f(x|\mu, \kappa) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (7)$$

where  $\sigma^2 := 1/\kappa$ , and therefore

$$\lim_{\kappa \rightarrow +\infty} VM(\mu, \kappa) \sim N(\mu, 1/\kappa). \quad (8)$$

Hence the reason why this distribution is known as the circular normal distribution. The von Mises distribution (VM) is considered to be a circular distribution having two parameters and is the natural analogue on the circle of the Normal distribution on the real line. Maximum entropy distributions are outstanding probability distributions, because maximizing entropy minimizes the amount of prior information built into the distribution. Furthermore, many physical systems tend to move towards maximal entropy configurations over time. This encompasses distributions such as uniform, normal, exponential, beta...





Fig. 2: Circular behavior of the von Mises distribution plotted for different mean values (1.2, -0.6 and -1.8). The cyclical feature of the distribution is shown outside  $[-\pi, \pi]$ .

The von Mises distribution is the maximum entropy distribution for circular data when the first circular moment is specified [20]. The corresponding cumulative distribution function (CDF) is expressed by

$$F_X(x|\mu, \kappa) = \frac{1}{2\pi} \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{I_n(\kappa)}{I_0(\kappa)} (x - \mu)_n \cdot \text{Sa}(n(x - \mu)), \quad (9)$$

where  $\text{Sa}(x) := \sin(x)/x$  is the well-known sample function [26]. Through a simple random variable transformation, the distribution support can be modified to an interval defined between two integers:

$$f_{X_1}(x) := \frac{e^{\beta \cdot \cos \frac{2\pi}{N} x}}{NI(\beta)}, \text{ circular in } 0 \leq x \leq N. \quad (10)$$

Another closely related continuous distribution (with a minimal - but relevant difference) is:

$$f_{X_2}(x) := \frac{e^{\beta \cdot \cos \frac{2\pi}{N} x}}{NI(\beta)}, \text{ circular in } 0 \leq x \leq N. \quad (11)$$

This distribution has a circular pattern as best illustrated in Figure 2. Decaying pulses for constraining the signal support play a key role in a large number of domains, including: tapers [11], linear networks (filtering [17], inter-symbolic interference control [26]), wavelets [8], time series, Fourier transform spectroscopy [29] ...

Digital filters can be characterized by their impulse response  $h[n]$  or their transfer function  $H(z)$ , related by the z-transform [17]:

$$H(z) = Z(h[n]) := \sum_{n=-\infty}^{\infty} h[n]z^{-n}. \quad (12)$$

The frequency response can be evaluated by setting  $z = e^{j\omega}$ , yielding

$$H(e^{j\omega}) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} h[n]e^{-jn\omega}. \quad (13)$$

The window method consists of simply “windowing” a theoretically ideal filter impulse response  $h[n]$  by some suitably chosen apodization function  $w[n]$ , yielding

$$h_w[n] := w[n] \cdot h[n], \quad n \in Z. \quad (14)$$

This results in a truncation of the infinite series referred to in Eqn.(13) (a FIR), i.e.,

$$H_w(e^{j\omega}) = \sum_{n=-N/2}^{N/2} w[n].h[n]e^{-jn\omega}. \quad (15)$$

It can be found in the literature numerous articles dealing with the application of windows in FIR filter designs [38] among others. For example, for the ideal lowpass filter (LPF), the impulse response is  $\frac{1}{2}\text{sinc}(\frac{\omega}{2})$   $n \in \mathbb{Z}$ .

## 2 I TAPERING: STANDARD WINDOWS

Here we review some of the continuous and discrete windows (also known as a apodization function) used in signal processing (spectrum analysis [30], [11]), antenna array design [40], characterization of oriented textures [5], image warp- ing and filtering (FIR filter design [37], [17]). Although discrete windows are more common, some studies addressing continuous windows [39], [14], besides their application in short-time Fourier transforms. Among the most frequently used windows, it is worth mentioning: Rectangular, Bartlett, cosine-tip, Hamming, Han- ning, Blackman, Lanczos, Kaiser, modified Kaiser, de la Vallé- Pousin, Poisson, Saram"aki [36], Dolph-Chebyshev... (non-exhaustive list [33]). Tutorials on the subject are available [13], [33], [16]. The Figure 3 describes the approaches to the standard window, i.e. the rectangular window, considering four cases: 1) continuous non-causal, 2) continuous causal, 3) discrete non-causal, and 4) dis- crete causal window. These indexes are used in subscribed windows (time and frequency). It is worth revisiting the spectra of each of these windows.

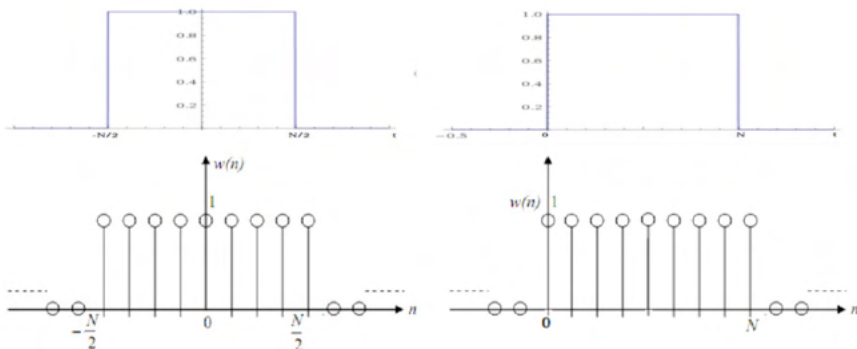


Fig. 3: Rectangular windows with length N (4 types): a) continuous, b) continuous causal, c) discrete, d) discrete causal windows.

$$W_{REC;1}(t) = \text{rect} \frac{t}{N} , \quad (16 a)$$

$$W_{REC;2}(t) = \text{rect} \frac{t - N/2}{N} . \quad (16 b)$$

In the continuous case,  $w_1(t)$  has spectrum given by:

$$W(\omega) := F[w(t)] = \int_{-\infty}^{+\infty} w(t)e^{-j\omega t} dt. \quad (17)$$

Indeed  $w_{REC;1}(\omega) = N \text{Sa} \frac{\omega N}{2}$ . Now the spectrum of  $w_{REC;2}(t) = \text{rect} \frac{t-N/2}{N}$  can be evaluated using the time-shift theorem [26],  $w(t - t_0) \leftrightarrow W(\omega) \cdot e^{-j\omega t_0}$ , resulting in  $W_{REC;2}(\omega) = N \text{Sa} \omega N/2 e^{-j\omega N/2}$ . The corresponding discrete-time windows are:

$$w_{REC;3}[n] = \begin{cases} 1 & -N/2 \leq n \leq N/2 \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (18 a)$$

$$w_{REC;4}[n] = \begin{cases} 1 & 0 \leq n \leq N \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (18 b)$$

In the case of discrete signals (discrete time), the discrete-time Fourier Transform (DTFT) is used:

$$W e^{j\omega} := \sum_{n=-\infty}^{\infty} w[n] \cdot e^{-jn\omega}. \quad (19)$$

The idea behind the use of windowing is to confine the previous summation. For the window  $w_{REC;3}[n]$ , we have a spectrum:

$$W_{REC;3} e^{j\omega} = \sum_{n=-N/2}^{N/2} e^{-jn\omega} = \frac{\sin(\frac{N+1}{2}\omega)}{\sin(\omega/2)}. \quad (20)$$

This substantially corresponds to the Dirichlet kernel  $D(\omega) := \frac{\sin \frac{N+1}{2}\omega}{\sin \frac{\omega}{2}} e^{j\frac{\omega}{2}}$  (or periodic sinc function) [10]. For the causal discrete rectangular  $w_{REC;4}[n]$ ,

$$W_{REC;4} e^{j\omega} = \sum_{n=0}^N e^{-jn\omega} = \frac{\sin(\frac{N+1}{2}\omega)}{\sin(\omega/2)} e^{-j\frac{\omega}{2}N}. \quad (21)$$

A less adopted but appealing notation is the aliased sinc function

$$a\text{sinc}_M(\omega) := \frac{\text{Sa}(M \cdot \omega/2)}{\text{Sa}(\omega/2)} = \frac{\text{sinc}(Mf)}{\text{sinc}(f)}. \quad (22)$$

For the discrete causal window, the time shift property for the discrete-time Fourier transform can also be used. Several of the windows of interest can be encompassed taking into account the following definition:

$$w_{\alpha;1}(t) := \alpha + (1 - \alpha) \cdot \cos \frac{2\pi}{N} t \cdot \text{rect} \frac{t}{N}, \quad (23)$$

The Hanning (Raised Cosine) window corresponds to  $\alpha = 0.5$ , whereas the standard Hamming window corresponds to  $\alpha = 0.54$  [32]. In the case of a cosine-tip continuous window ( $\alpha = 0$ ), the corresponding window and spectrum are [14]:

$$w_{\alpha=0;1} := \cos \frac{2\pi}{N} t \cdot \text{rect} \frac{t}{N} , \quad (24)$$

and therefore,

$$W_{\alpha=0;1}(\omega) = \frac{N}{2} \cdot \text{Sa} \frac{N\omega}{2} - \pi + \frac{N}{2} \cdot \text{Sa} \frac{N\omega}{2} + \pi . \quad (25)$$

In the discrete case,

$$W_{\alpha=0;4}(e^{j\omega}) = \frac{1}{2} D \left( \omega - \frac{2\pi}{N} \right) + D \left( \omega + \frac{2\pi}{N} \right) \cdot e^{-j\omega \frac{N}{2}} \quad (26)$$

We shall denote alternatively by

$$W_{\alpha=0;3}(e^{j\omega}) = \frac{1}{2} \text{asinc}_{N+1} \left( \omega - \frac{2\pi}{N} \right) + \text{asinc}_{N+1} \left( \omega + \frac{2\pi}{N} \right) . \quad (27)$$

For the discrete-time case with arbitrary  $\alpha$  (Eqn.(23)), we have the following linear combination of spectra:

$$W_{\alpha;3}(e^{j\omega}) = \alpha \cdot W_{\alpha=1;3}(e^{j\omega}) + (1 - \alpha) \cdot W_{\alpha=0;3}(e^{j\omega}) . \quad (28)$$

The Kaiser window in continuous variable is defined by (non-causal window centered on the origin, and its corresponding causal version)

$$I_0(\beta) \sqrt{1 - \frac{t^2}{N^2}} \quad \text{---}$$

$$w_{KAI;1}(t) := \frac{I_0(\beta) \sqrt{1 - \frac{t^2}{N^2}} \cdot \text{rect} \frac{t}{N}}{I_0(\beta)} \quad (29a)$$

$$w_{KAI;2}(t) := \frac{I_0(\beta) \sqrt{1 - \frac{t^2}{N^2}} \cdot \text{rect} \frac{t - N/2}{N}}{I_0(\beta)} \quad (29b)$$

In the case of discrete versions (those that are used in filter designs), the corresponding versions are [23]: a) non causal and b) causal, respectively.

$$w_{KAI;3}[n] := \begin{cases} \frac{I_0(\beta) - I_0(\beta \sqrt{1 - \frac{n^2}{N^2}})}{I_0(\beta)} & 0 \leq n \leq N \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (30a)$$

$$w_{KAI;4}[n] := \begin{cases} \frac{I_0(\beta) - I_0(\beta \sqrt{1 - \frac{(n-N/2)^2}{N^2}})}{I_0(\beta)} & -N/2 \leq n \leq N/2 \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (30b)$$

The spectrum of discrete Kaiser windows can be evaluated resulting in [23]:

$$W_{KAI;3} e^{j\omega} = \frac{N}{I_0(\beta)} Sa \left( \frac{N\omega}{2} \right) \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}. \quad (31)$$

### 3 I INTRODUCING THE CIRCULAR NORMAL WINDOW

The proposal is to use a window (support length  $N$ ) with shape related to

$$W(t) = K \cdot \frac{e^{\beta \cdot \cos \frac{\pi}{N} t}}{I_0(\beta)} \cdot \text{rect} \left( \frac{t}{N} \right). \quad (32)$$

The value of the constant  $K$  can be set so that, as in the other classic windows,  $w(0) = 1$ . Thus, for continuous cases (both not causal and causal), one has:

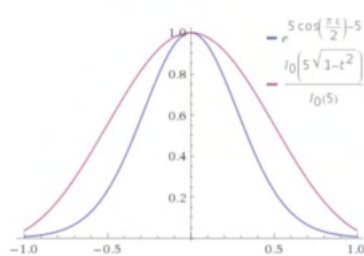
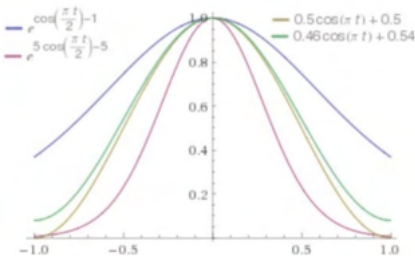
$$W_{CIR;1}(t) = \frac{e^{\beta \cdot \cos \frac{\pi}{N} t}}{I_0(\beta)} \cdot \text{rect} \left( \frac{t}{N} \right), \quad (33a)$$

$$W_{CIR;4}[n] = e^{\beta \cdot \cos \frac{\pi}{N} (n - \frac{N}{2})} \cdot \text{rect} \left( \frac{n - \frac{N}{2}}{N} \right), \quad 0 \leq n \leq N. \quad (33b)$$

For the discrete circular windows in time, consider the definitions:

$$W_{CIR;3}[n] = e^{\beta \cdot \cos \frac{\pi n}{N}} \cdot \text{rect} \left( \frac{n}{N} \right), \quad |n| \leq N/2. \quad (34a)$$

$$W_{CIR;4}[n] = e^{\beta \cdot \cos \frac{\pi}{N} (n - \frac{N}{2})} \cdot \text{rect} \left( \frac{n - \frac{N}{2}}{N} \right), \quad 0 \leq n \leq N. \quad (34b)$$



(a) von Hann, Hamming, circular  $\beta = 1, 5$ .

(b) Kaiser vs normal circular windows:  $\beta = 5$ .

Fig. 4: Shape comparison of different normalized windows for support:  $[-1, 1]$ .

and decrease monotonically as observed in Figure 6. Now it is possible to go further and evaluate the taper performances according to [\[16\], \[30\], \[14\]](#).

#### 4 | SPECTRUM CALCULATION OF THE NORMAL CIRCULAR WINDOW: THE CONTINUOUS CASE

In order to evaluate the spectrum of the continuous window introduced in the previous section, we use Eqn. (17),

$$W_{CIR,1}(w) = \int_{-N/2}^{N/2} e^{\beta \cdot \cos \frac{\pi}{N} t - 1} e^{-jw t} dt \quad (35)$$

The interest function involved in defining the window is  $\cos \frac{\pi}{N} t$ , with period  $2N$ , sketched below in  $[-N, N]$ . The rectangular term included in the window is responsible for cutting the window, confining it in the range  $[-N/2, N/2]$  as viewed in Figure 5. MacLaurin's serial development of  $e^{\beta \cdot \cos \frac{\pi}{N} t}$  gives:



Fig. 5: Normalized cosine exponent of the exponential function in von Mises window: the (entire) cosine  $\cos(\pi t/N)$  is periodic in  $[-N, N]$ , but the support is confined within  $[-N/2, N/2]$  due to the rectangular pulse.

$$e^{\beta \cdot \cos \frac{\pi}{N} t} = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_{|n|}(\beta) \cos \frac{n\pi}{N} t \quad (36)$$

Thus, one obtains:

$$W_{CIR,1}(w) = e^{-\beta} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_{|n|}(\beta) \cdot F \cos \frac{n\pi}{N} t \cdot \text{rect} \frac{t}{N} \quad (37)$$

From the property of the convolution ([26]), the spectrum sought is:

$$W_{CIR,1}(w) = \frac{1}{2\pi} e^{-\beta} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_{|n|}(\beta) \cdot F \cos \frac{n\pi}{N} t * F \text{rect} \frac{t}{N} \quad (38)$$

By evaluating the internal terms of the summation, one come easily to

$$\frac{N}{2\pi} \cdot \pi \cdot \delta \left( w - \frac{n\pi}{N} \right) + \delta \left( w + \frac{n\pi}{N} \right) \ast Sa \left( \frac{wN}{2} \right), \quad (39)$$

where  $\delta(\cdot)$  is the Dirac impulse [26] and finally,

$$W_{CIR;1}(w) = \frac{N}{2} \cdot e^{-\beta} \cdot \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_{|n|}(\beta) \cdot Sa \left( \frac{N}{2} \left( w - \frac{n\pi}{N} \right) + Sa \left( \frac{N}{2} \left( w + \frac{n\pi}{N} \right) \right), \quad (40)$$

so,

$$W_{CIR;1}(w) = N \cdot e^{-\beta} \cdot \sum_{n=-\infty}^{+\infty} I_{|n|}(\beta) \cdot Sa \left( \frac{Nw}{2} - \frac{n\pi}{2} \right). \quad (41)$$

This expression is as if a series of reconstitution (with coefficients  $c_n$ ) of the type:

$$\sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_n \cdot Sa \left( \frac{Nw}{2} - \frac{n\pi}{2} \right).$$

Let us now apply the Shannon-Nyquist-Koteln'kov sampling theorem in the frequency domain, for time-limited signals ([22], <http://ict.open.ac.uk/classics>).

$$F(w) = \frac{w_s t_m}{\pi} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} F(nw_s) Sa(w t_m - n t_m w_s). \quad (42)$$

The rate  $w_s$  must comply with the restriction  $w_s \leq \pi/t_m$ , and the choice made is  $w_s = \pi/2t_m$ , so that the previous equation is:

$$F(w) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} F\left(\frac{n\pi}{2t_m}\right) Sa \left( w t_m - \frac{n\pi}{2} \right). \quad (43)$$

Now let us choose the duration  $t_m$  to be  $t_m := N/2$  (Figure 5).

$$F(w) = \frac{1}{2} \sum_{n=-\infty}^{+\infty} F\left(\frac{n\pi}{N}\right) Sa \left( \frac{wN}{2} - \frac{n\pi}{2} \right). \quad (44)$$

This is a variation of the cardinal Whittaker-Shannon series [28].

$$F(w) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} F\left(\frac{2\pi n}{N}\right) \cdot Sa \left( \frac{wN}{2} - n\pi \right). \quad (45)$$

Observing the series described in Eqn. (41), it is seen that the signal corresponds to a continuous signal defined by samples such that  $F_N \frac{n\pi}{N} = 2I_{|n|}(\beta)$  and

$$F(w) = 2I_{\frac{Nw}{\pi}}(\beta). \quad (46)$$

And the spectrum is given by:

$$W_{CIR;1}(w) = \frac{2Nl_{\frac{1}{2}}(\beta)}{e^{\beta}} \quad (47)$$

In the case of the causal window,  $w_{CIR;1}(t)$ , the application of the time-shift theorem provides the spectrum:

$$W_{CIR;2}(w) = \frac{2Nl_{\frac{1}{2}}(w)(\beta)}{e^{\beta}} \cdot e^{-jw \frac{N}{2}} \quad (48)$$

It is worth remembering that the  $v$  argument of the  $I_v(z)$  is a real number [1].

## 5 | SPECTRUM CALCULATION OF THE NORMAL CIRCULAR WINDOW: THE DISCRETE CASE

The spectrum of  $w_{CIR;3}[n]$  (non causal signal) is evaluated by the discrete-time Fourier transform (Eqn. (19)),

$$W_{CIR;3} e^{j\omega} = \sum_{n=-N/2}^{N/2} \frac{e^{\beta \cos \frac{\pi n}{N}}}{e^{\beta}} \cdot e^{-j\omega n} \quad (49)$$

It is proposed to use the infinite series

$$e^{\beta \cos \vartheta} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} I_{|k|}(\beta) \cdot \cos k\vartheta \quad (50)$$

yielding:

$$W_{CIR;3} e^{j\omega} = e^{-\beta} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} I_{|k|}(\beta) \cdot \sum_{n=-N/2}^{N/2} \cos n \frac{\pi k}{N} e^{j\omega n} \quad (51)$$

Now, using the DTFT of a pulse  $\cos n \frac{k\pi}{N}$  confined within  $|n| \leq N/2$ , we take the spectrum of the cosine-tip window with parameter  $\alpha = 0$ .

$$w_{\alpha=0;3}[n] := \cos \frac{2\pi}{N} n \quad -N/2 \leq n \leq N/2,$$

whose spectrum is given in Eqn. (27). By adjusting properly, one gets

$$W_{CIR;3} e^{j\omega} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{I_{|k|}(\beta)}{2e^{\beta}} \text{asinc}_{N+1} \left( \omega - \frac{k\pi}{N} \right) + \text{asinc}_{N+1} \left( \omega + \frac{k\pi}{N} \right) \quad (52)$$

or, finally

$$W_{CIR;3} e^{j\omega} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \frac{I_{|k|}(\beta)}{e^{\beta}} \cdot \text{asinc}_{N+1} \left( \omega - \frac{k\pi}{N} \right) \quad (53)$$

For fixed  $\beta$ , as  $|k|$  increases, the coefficients  $I_{|k|}(\beta)/e^{\beta}$  are bounded by  $1/\sqrt{2\pi\beta}$



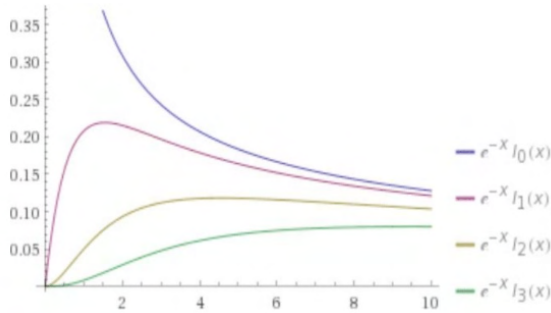


Fig. 6: Asymptotic behavior of the coefficients  $I_{kl}(\beta)/e^\beta$ .

and decrease monotonically as observed in Figure 6. Now it is possible to go further and evaluate the taper performances according to [16], [30], [14].

## 6 I CONCLUSIONS

The closeness to the normal distribution and the fact that they are associated with a shape linked to the maximum entropy for circular data suggests interesting properties to be explored in later investigations. Windowing circular data with von Mises circular window can possibly improve spectral evaluation in cases with circular symmetry.

## REFERENCES

- [1] Abramowitz, M., and I.A. Stegun. *Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs, and Mathematical Tables*. Vol.9. Dover, New York, 1972. [http://people.math.sfu.ca/~cbm/aands/abramowitz\\_and\\_stegun.pdf](http://people.math.sfu.ca/~cbm/aands/abramowitz_and_stegun.pdf).
- [2] Berens, P. CircStat: a MATLAB toolbox for circular statistics. *J Stat Softw* 31.10: 1-21, 2009. doi: 10.18637/jss.v031.i10
- [3] Clark, W.A.V., and J.E. Burt. The impact of workplace on residential relocation. *Annals of the Association of American Geographers* 70.1:59-66, 1980 doi: 10.1111/j.1467-8306.1980.tb01297.x
- [4] Coles, S.G., and D. Walshaw. Directional modelling of extreme wind speeds. *Applied Statistics*, 139-157, 1994 doi: 10.2307/2986118.
- [5] Da Costa, J.-P, et al. Unsupervised segmentation based on Von Mises circular distributions for orientation estimation in textured images. *Journal of Electronic Imaging* 21.2: 021102-1, 2012. doi: 10.1117/1.JEI.21.2.021102.
- [6] Dalkir, M. Revisiting stock market index correlations. *Finance Research Letters* 6.1: 23-33, 2009 doi: 10.1016/j.frl.2008.11.004.
- [7] Damien, P., and S. Walker. A full Bayesian analysis of circular data using the von Mises distribution. *Canadian Journal of Statistics* 27.2: 291-298, 1999. doi: 10.2307/3315639.
- [8] de Oliveira, H.M., L.R. Soares, and T.H. Falk. A Family of Wavelets and a New Orthogonal Multiresolution Analysis Based on the Nyquist Criterion, *Journal of Communication and Information*

Systems 18.1: 69-76, 2003. doi: 10.14209/jcis.2003.8.

[9] de Oliveira, H.M. and G.A.A. Araujo. Compactly Supported One-cyclic Wavelets Derived from Beta Distributions, *Journal of Communication and Information Systems*, vol.20, n.3, pp.27-33, 2005. doi: 10.14209/jcis.2005.17

[10] Dirichlet, P.G.L. Sur la convergence des séries trigonometriques qui servent à représenter une fonction arbitraire entre des limites données *J. für Math.*, 4: 157–169, 1829. <https://arxiv.org/abs/0806.1294v1>

[11] Durrani, T.S., and J.M. Nightingale. Data windows for digital spectral analysis. *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers*. Vol. 119. No. 3. IET Digital Library, 1972. doi: 10.1049/ptee.1972.0080

[12] Gao, F., et al. On the application of the von Mises distribution and angular regression methods to investigate the seasonality of disease onset. *Statistics in medicine* 25.9: 1593-1618, 2006. doi: 10.1002/sim.2463.

[13] Gautam, J.K., A. Kumar, and R. Saxena. Windows: A tool in signal processing. *IETE Technical Review* 12.3: 217-226, 1995. doi: 10.1080/02564602.1995.11416530.

[14] Geçkinli, N., and D. Yavuz. Some novel windows and a concise tutorial comparison of window families. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing* 26.6: 501-507, 1978. doi: 10.1109/TASSP.1978.1163153

[15] Gill, J. and D. Hangartner. Circular data in political science and how to handle it, *Political Analysis* 18(3): 316-336, 2010. doi: 10.1093/pan/mpq009

[16] Harris, F.J. On the use of Windows for harmonic analysis with the Discrete Fourier Transform. *Proceedings of the IEEE* 66(1): 51-83. 1978. doi: 10.1109/PROC.1978.10837.

[17] Hayes, M.H. *Schaum's Outline of Theory and Problems of Digital Signal Processing*, 1999, McGraw-Hill Companies [Chapter 9]

[18] Hill, G.W. Algorithm 518: Incomplete Bessel function I0. The Von Mises Distribution [S14]. *ACM Transactions on Mathematical Software (TOMS)* 3.3: 279- 284, 1977. doi: 10.1145/355744.355753

[19] Izbicki, R. *Análise de Dados Circulares*, Trabalho IC, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo-IME-USP, 29p., 2008.

[20] Jammalamadaka, S. Rao, and A. Sengupta. *Topics in circular statistics*. Vol. 5. World Scientific, 2001.

[21] Jenison, R. L., and K. Fissell. A comparison of the von Mises and Gaussian basis functions for approximating spherical acoustic scatter. *IEEE transactions on neural networks* Vol 6.5: 1284-1287, 1995. doi: 10.1109/72.410375.

[22] Jerri, A.J. The Shannon sampling theorem— Its various extensions and applications: A tutorial review. *Proceedings of the IEEE* 65.11 (1977): 1565-1596. doi: 10.1109/PROC.1977.10771.

[23] Kaiser, J., and R. Schafer. On the use of the I0-sinh window for spectrum analysis. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing* 28.1: 105-107, 1980. doi: 10.1109/TASSP.1980.1163349.

- [24] Karp-Boss, L., E. Boss, and P.A. Jumars. Motion of dinoflagellates in a simple shear flow. *Limnology and oceanography* 45.7: 1594-1602, 2000 doi: 10.4319/lo.2000.45.7.1594.
- [25] Kirst, C., M. Timme, and D. Battaglia. Dynamic information routing in complex networks. *Nature communications* 7, 2016. doi: 10.1038/ncomms11061.
- [26] Lathi, B.P. and Z. Ding. *Modern Digital and Analog Communication Systems*, 4th Ed, Oxford University press, 2008.
- [27] Luo, X., M. Mayer, and B. Heck. On the probability distribution of GNSS carrier phase observations. *GPS solutions* 15.4: 369-379, 2011 doi: 10.1007/s10291-010-0196-2
- [28] Marks II, R. *Introduction to Shannon sampling and interpolation theory*. Springer Science & Business Media, 2012.
- [29] Naylor, D.A., and M.K. Tahic. Apodizing functions for Fourier transform spectroscopy. *JOSA A* 24.11: 3644-3648, 2007. doi: 10.1364/JOSAA.24.003644
- [30] Nuttall, A.H. Some windows with very good sidelobe behavior. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing* 29 (1): 84–91. 1981. doi: 10.1109/TASSP.1981.1163506
- [31] Parker, K.J. Correspondence: apodization and windowing functions. *IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control* 60.6: 1263-1271, 2013. doi: 10.1109/TUFFC.2013.2691.
- [32] Podder, P. et al. Comparative performance analysis of Hamming, Hanning and Blackman window. *International Journal of Computer Applications* 96.18, 2014. doi: 10.5120/16891-6927
- [33] Poularikas A.D. *Windows: The Handbook of Formulas and Tables for Signal Processing*. Ed. A.D. Poularikas, Boca Raton: CRC Press LLC, 1999.
- [34] Prévot, M., and P. Camps. Absence of preferred longitude sectors for poles from volcanic records of geomagnetic reversals. *Nature* 366.6450:53-57, 1993 doi: 10.1038/366053a0.
- [35] Samad, A. A novel window function yielding suppressed mainlobe width and minimum sidelobe peak <https://10.5121/ijcseit.2012.220> <https://arxiv.org/abs/1205.1618>
- [36] Saramaki, T. A class of window functions with nearly minimum sidelobe energy for designing FIR filters, 1989, *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, 1989. doi: 10.1109/ISCAS.1989.100365
- [37] Shayesteh, M.G. and M. Mottaghi-Kashtiban. An efficient window function for design of FIR filters using IIR filters. *EUROCON 2009. IEEE*, 2009. doi: 10.1109/EURCON.2009.5167830
- [38] Smith III, J.O. *Spectral Audio Signal Processing*. W3K publishing, 2011. <https://ccrma.stanford.edu/~jos/sasp/>
- [39] Theußl, T., H. Hauser, and E. Gröller. Mastering windows: improving reconstruction. *Proceedings of the 2000 IEEE symposium on Volume visualization*. ACM, 2000. doi: 10.1109/VV.2000.10002
- [40] Van Veen B.D. and K. Buckley. Beamforming: a versatile approach to spatial filtering, *IEEE ASSP Magazine*, April: 4-24, 1988 doi: 10.1109/53.665.

[41] Watson, G.S. The statistics of orientation data. *The Journal of Geology* 74.5, Part 2: 786-797, 1966  
doi: 10.1086/627211.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**ADRIANO PEREIRA DA SILVA** - Mestre em Engenharia Industrial pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Salgado de Oliveira (UNIVERSO); Pós-Graduado em Gestão da Manutenção pela Universidade Salvador (UNIFACS); Pós-Graduando em Gestão de Projetos pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR); Graduado em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário Jorge Amado (UNIJORGE); Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Atua como professor instrutor de ensino e aprendizagem no núcleo das engenharias da Pitágoras-BA; coordenador do projeto de extensão “Engenharia no Cinema”; auditor do Sistema de Gestão Integrado; revisor de periódico científico na Revista Brasileira de Meio Ambiente; membro da comissão editorial da editora Atena; conteudista de material acadêmico na Dicom, Grupo Kroton e Grupo Ideale; escritor; palestrante; consultor de eficiência produtiva; além de trabalhar na Pacioli Serviços Contábeis no gerenciamento de processos. Possui vivência em projetos multidisciplinares nas áreas de Manufatura, Logística de Armazenamento e Gerenciamento de Projetos, com foco no planejamento, desenvolvimento das funções, correção e melhoria contínua.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Automação 2, 6, 43, 233, 241, 242

### B

Barra de leds 3, 42, 43, 44, 51, 52, 55, 58

Borracha natural vulcanizada 60, 61, 70

Braço robótico 6, 203, 204, 207, 209, 210, 211

### C

Capacidade de suporte 112, 113, 118

Cerrado 125, 128, 136

Circuito integrado 42, 45

Classificação geomecânica 14, 19, 27, 28

Coagulantes 180, 181, 186, 187

Coarctação da aorta 141, 142, 143, 144, 145, 148, 153

Compostos de borracha 60

Construccionismo 155, 157

Controle adaptativo 3, 30, 31

Crecimiento en pinos, biomasa 90

Cromatografia 2, 125, 130, 131

Curtume 180, 181, 183

### D

Degradação 18, 61, 179, 180, 184

Densidade de ligações 3, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Drenagem 5, 102, 104, 105, 107, 110, 168, 172, 173, 174, 176, 178, 179

### E

Educación en ingeniería 155

Elementos terras 5, 137, 140, 212, 213

Escavações subterrâneas 14, 15

Estabilidade 15, 18, 60, 61, 69, 134, 168

Estilos de aprendizaje 2, 155, 156, 157, 158, 160, 162, 166, 167

Extração líquido 5, 137, 138, 140, 213

## **G**

Geotêxtil 5, 168, 177, 178, 179

Guanandi 125, 135, 136

## **H**

Hidráulica 6, 16, 102, 103, 112, 130, 233, 235, 240, 241

Hidrología 179

## **I**

Identificação de sistemas 2, 30

Impressão 3D 2, 141, 142

Incremento corriente anual 90, 92, 97

Incremento medio anual 90, 92, 97

Investigações de campo 15

## **L**

Laboratório 14, 15, 22, 130, 187, 233, 234, 235, 236

Laboratório virtual 233

Landi 125

## **M**

Maciço fraturado 14

Manejo forestal 1, 8, 10, 11, 100

Martelo vibratório 4, 112, 116

Melhoramento de solo 2, 4, 112

Métodos numéricos 2, 14, 24, 155, 156, 161, 163, 165, 166

México 4, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 90, 91, 98, 99, 100, 101, 155

Microcontrolador 3, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 53, 57, 58, 204, 206, 207

Microestrutura 60, 61, 67

Modelagem computacional 14

Mooney-rilvin 60, 62

## **P**

Pilhas de estéril 168

Plantaciones forestales 3, 90, 91, 100

Pneumática 6, 233, 235, 236, 240, 241

Propriedades macroscópicas 60

## **R**

Reconhecimento de padrões 2, 6, 203, 204

Recursos forestais 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12

Rede neural artificial 203, 204, 206, 207

Robótica 30, 210

## **S**

Sinal eletromiográfico 203, 204, 206

Standard penetration test 112, 113

Stents bioabsorvíveis 142, 147, 151, 154

## **T**

Tomografia computadorizada 141, 142, 148, 153

Transdutor de temperatura 42, 43, 46

Túnel rodoviário 14

## **W**

Webquest 5, 155, 163, 167






# Gears of the future

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 


[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# Gears of the future

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 