Para que sirven los numeros complejos

Los números complejos matemáticos son aquellos que forman un grupo de dígitos que resultan de la adición que se hace entre un número real y un número imaginario. Es importante saber que el número real es el número que se puede expresar mediante un entero, por ejemplo, 5, 28, 21; y el número imaginario es el número cuyo cuadrado se presenta negativamente. Están representados por dos números que se colocan entre paréntesis (x e y). Se componen de la extensión total de los números reales que componen el cuerpo mínimo algebraicamente cerrado, esto significa que están compuestos de todos esos números que pueden expresarse por enteros. Los números reales también incluyen todos los números conocidos como números complejos que incluyen todas las raíces de las polinomías. Para eso son números complejos, los números reales no pueden abarcar todas las raíces del conjunto de números negativos, una característica que los números complejos pueden realizar. Esta particularidad permite utilizar números complejos en diferentes campos de matemáticas, ingeniería y física matemática. Esto se debe a que tienen la capacidad de representar corriente eléctrica y diferentes ondas electromagnéticas. Son ampliamente utilizados en la electrónica y también en el campo de las telecomunicaciones. Se utilizan para diferentes trabajos algebraicos, en matemáticas puras, en la solución de ecuaciones diferenciales, en el campo de la aerodinámica, hidrodinámica y electromagnetismo. Son esenciales en la mecánica cuántica. Características Entre las principales características que tienen los números complejos, podemos mencionar lo siguiente: En matemáticas, constituyen un cuerpo. Se consideran puntos en el plano complejo. Contiene números reales y números imaginarios La unidad imaginaria de números complejos es reconocida por la letra i. Están representados por la letra El primer componente se representa con la letra a, y pertenece a la parte real, el segundo componente está representado por la letra b y corresponde a la parte imaginaria. No son capaces de mantener una orden como números reales. La primera noción de personas que intentaron usar números imaginarios se remonta al siglo I. El primer erudito en hacer los primeros conceptos de números complejos fue Gar alejandría, y comenzó a enfrentar las dificultades que se le presentaron cuando trató de construir una pirámide. Una vez que se inventaron los números negativos, los matemáticos trataron de encontrar un número que, al cuadrado, podría ser igual a un negativo. Al no encontrar una respuesta, se dieron por ven a la conclusión. En 1500, la especulación fue reformulada sobre las raíces cuadradas de números negativos. Fórmulas para la resolución de ecuaciones polinómicas de 3 grados y 4 grados se descubrieron en ese momento, y se llegó a la conclusión de que algunas obras con raíces cuadradas de números negativos serían necesarias. En 1545, se produjo la primera gran obra con números imaginarios. Descartes, un importante filósofo, matemático y físico, creó el término número imaginario en el silo 17 y muchos años más tarde, se formaría el concepto de número complejo. Cómo se representan los números complejos Se pueden representar números complejos en el plano complejo. La parte real del complejo se representa en el eje de abscse y la parte imaginaria debe colocarse en el eje de la orden. En el plano complejo, a cada número complejo z'a + bi se le asigna el punto de coordenadas P (a, b), que se denomina número complex.fisial. Cualquier número complejo se puede representar como un vector OP, siendo o el origen coordinado y P siendo el borde del complejo. Propiedades Los números completos tienen diferentes propiedades, que se detallan a continuación. Si z1-z2 y z2-z3 entonces z1-z3 SumS La suma de dos números complejos z1-a + bi y z2-c + di se establece en (a + bi) + (c + di) s (a + c) + (b + d) i Entre las propiedades de la suma tenemos lo siguiente: Bloqueo de propiedad o bloqueo para la suma: Para z1, Para z1, Para z1, z2 ∈ C tienes que z1+z2∈C propiedad conmutativa : Para cualquier z1 , z2 ∈ C se cumple que: z1+z2+z1 Propiedad asociativa: Para cualquier z1, z2, z3∈C se cumple que: (z1+z2) + z3-z1+(z2+z3) La existencia del elemento neutro para la suma: 0 + 0i, abreviado por 0, es el elemento neutro para la suma. Existencia de aditivo o opuesto opuesto: Cualquier número complejo z tiene un único aditivo inverso, denotado por z. Propiedades de multiplicación El producto se define para dos números complejos z1 a + bi y z2 c + di como (a + bi)-(c + di)-(ab - bd)+(ad + bc) i Entre las propiedades de multiplicación tenemos la siguiente: Cerrar propiedad o bloquear multiplicación: Para z1, z2∈C tienes que z1- z2 ∈ C Switchproperty: Para cualquier z1 , z2 ∈ se cumple que se cumple : z1-z2-z2-z1 Propiedad asociativa: Para cualquier z1, z2, z3∈C se cumple que: (z1-z2) (z3-z1-(z2-z3) La existencia del elemento neutro para multiplicar: 1 + 0i, abreviado por 1, es el elemento neutro para la multiplicación. Existencia de inversión multiplicativa o recíproca: Todos los números complejos z, excepto 0, tienen una sola inversa multiplicativa, denotada por la propiedad distributiva z-1: Para cualquier z1, z2, z3∈C se cumple que: z1-(z2+z3) s z1-z2+z1 z1 z3 Las operaciones que se pueden realizar con números complejos son las siguientes: números de suma complejos. Restar números complejos. Multiplicar números Buscar números complejos conjugados Dividir números complejos. Ejemplos Suma: (-3 + 3i) + (7 - 2i) s 4 + i Restos (5 + 3i) – (3 - i) s 2 + 4i Escrito por Gabriela Briceño V. Ilustración del complejo plano. Los números reales se encuentran en el eje de coordenadas horizontales e imaginarias en el eje vertical. Los números complejos son una extensión de números reales y forman un cuerpo algebraicamente cerrado. [1] O conjunto de números complexos é designado com a notação C'displaystyle'scriptstyle 'mathbb'C', com 'displaystyle' de R, 'scriptstyle', 'mathbb' e 'R' o conjunto de números reais é atendido que R ⊂ .displaystyle .displaystyle . . . . Los números complejos incluyen todas las raíces de las polinomías, a diferencia de las reales. Cualquier número complejo se puede representar como la suma de un número real y un número imaginario (que es un múltiplo real de la unidad imaginaria, indicado por la letra i, o en forma polar. Los números complejos son la herramienta de trabajo del álgebra, el análisis, así como las ramas de las matemáticas puras y aplicadas como variables complejas, ecuaciones diferenciales, facilita el cálculo de integrales, en aerodinámica, hidrodinámica y electromagnetismo entre otras de gran importancia. Además, los números complejos se utilizan en todas partes en matemáticas, en muchos campos de la física (notoriamente en la mecánica cuántica) y en la ingeniería, especialmente en electrónica y telecomunicaciones, por su utilidad en la representación de ondas electromagnéticas y corriente eléctrica. En matemáticas, estos números constituyen un cuerpo y generalmente se consideran como puntos de plano: el plano complejo. Este cuerpo contiene números reales e imaginarios puros. Historial La fórmula general de la solución raíz (sin el uso de funciones de una ecuación de tercer grado contiene las raíces cuadradas de un número negativo cuando las tres raíces son números reales, una situación que no puede ser corregida por factorización con la ayuda del teorema de raíz racional si el polinomio cúbico es irreductible (el llamado casus irreducibilis). Este rompecabezas llevó al matemático italiano Gerolamo Cardano a concebir los números complejos alrededor de 1545,[2] aunque su comprensión era rudimentaria. El trabajo sobre el problema de las polinomías generales finalmente condujo al teorema fundamental del álgebra, que muestra que, en el dominio de los números complejos, hay una solución para cada ecuación polinómica de grado uno o superior. Los números complejos forman un cuerpo algebraicamente cerrado, donde cualquier ecuación polinómica tiene una raíz. Numerosos contribuyeron al desarrollo de números complejos. Las reglas para sumar, restar, multiplicar y extraer raíces de números complejos fueron desarrolladas por el matemático italiano Rafael Bombelli,[3] y fue el matemático irlandés William Rowan Hamilton quien desarrolló un formalismo más abstracto para números complejos, extendiendo esta abstracción a la teoría de la cuaternión. Tal vez se pueda decir que la primera referencia fugaz a la raíz cuadrada del número negativo aparece en la obra del matemático griego de la garbaz del siglo I de Alejandría. En su estereometría considera, aparentemente por error, el volumen de un tronco piramidal con una solución imposible, Alcanzando el término 81 x 144 x 3 i 7 '{7} displaystyle' en sus cálculos, aunque no se concibieron cantidades negativas en Matemáticas helenísticas, y Heron simplemente lo reemplazó con el mismo valor positivo (144 x 81 x 3 7 'displaystyle', 'sqrt', '144-81' , '3', 'sqrt {7}'). [4] El interés en estudiar números complejos como un tema en sí surgió por primera vez en el siglo XVI, cuando los matemáticos italianos descubrieron soluciones algebraicas a las raíces de la polinómica cúbica y cuartica (véase Niccol. Fontana Tartaglia y Gerolamo Cardano). Pronto se dieron cuenta de que estas fórmulas, incluso si sólo estaba interesado en soluciones reales, a veces requerían la manipulación de raíces cuadradas de números negativos. Por ejemplo, en la fórmula tartaglia para una ecuación cúbica de la forma x 3 x p x + q s displaystyle x . {3}.px+q . . . . displaystyle {1}sqrt {3}left('sqrt'-1'right)'-1/3'+'left ('sqrt'-1'right)'-1/3'right).' A primera vista, eso suena absurdo. Sin embargo, los cálculos formales con números complejos muestran que la ecuación z3 i tiene soluciones, 3 2 + 12 i 'displaystyle {1}{2} {2} {3}' y '3 2 + 12 i'displaystyle's 'tfrac' {3} s'{2}'+'tfrac' {1}{2}'i'. Sustitución por 11/3 de 'displaystyle' en la fórmula cúbica de Tartaglia y simplificando, 0, 1 y -1 se obtienen como soluciones x3 x0. Por supuesto, esta ecuación en particular se puede resolver a simple vista, pero ilustra que cuando se utilizan fórmulas generales para resolver ecuaciones cúbicas con raíces reales, entonces, como los matemáticos demostraron más tarde rigurosamente, el uso de números complejos es inevitable. Rafael Bombelli fue el primero en abordar explícitamente estas soluciones aparentemente paradójicas a las ecuaciones cúbicas, y desarrolló las reglas para la compleja aritmética que intenta resolver estos problemas. O O imaginario para estas cantidades fue acuñado por René Descartes en 1637, esforzándose precisamente por enfatizar su naturaleza imaginaria[5] ... a veces sólo imaginario, es decir, uno puede imaginar tantos como ya se dijo en cada ecuación, pero a veces no hay ninguna cantidad que corresponda a lo que imaginamos. ([...] quelquefois seulement imaginaires c'est-a-dire que l'on peut toujours en imaginer autant que j'ai dit en chaque équation, mais qu'il n'y a quelquefois aucune quantité qui correspond a celle qu'on imagine.) Otra fuente de confusión fue que la ecuación , 1 2 x 1 x 1 x 1 displaystyle y sqrt {2} sqrt parecía ser caprichosamente inconsistente con la identidad algebraica a b'a b'displaystyle', que es válida para números reales no negativos a y b, y que también se utilizó en cálculos numéricos complejos con cálculos positivos a o b y otros cálculos de números negativos. El uso incorrecto de esta identidad (y la identidad relacionada de 1 a .1 con .displaystyle .tfrac {1} .sqrt .sqrt .sqrt .tfrac {1} .a) en caso de que a y b sean negativos, incluso preocupados por Euler. Esta dificultad finalmente llevó a la convención a utilizar el símbolo especial i en lugar de √ 1 para proteger contra este error. Aun así, Euler consideró natural presentar a los estudiantes números complejos mucho antes de lo que se hace hoy en día. En su libro elemental de álgebra, Algebra Elements, entró en estos números casi de inmediato y luego los usó naturalmente. En el siglo XVIII, las cifras complejas ganaron un mayor uso, ya que se observó que la manipulación formal de expresiones complejas podía utilizarse para simplificar los cálculos que implicaban funciones trigonométricas. Por ejemplo, en 1730 Abraham de Moivre observó que las identidades complicadas que relacionan las funciones trigonométricas de todo un múltiplo de un ángulo con las potencias de las funciones trigonométricas de ese ángulo podrían simplemente ser reexpresivas por la siguiente fórmula conocida que lleva su nombre, la fórmula de De Moivre: (cos + sen) n ' cos n ' + i se n . displaystyle ('c'cos'theta +i'nombredededededede 'sen' 'theta') 'theta') 'theta'. En 1748, Leonhard Euler fue más allá y obtuvo la fórmula de Euler a partir de un análisis complejo: porque + i sen e i'displaystyle 'cos'theta +i'operatorname'sen' 'theta' ('e'i'theta') manipulando formalmente series de energía complejas, y señaló que esta fórmula podría utilizarse para reducir cualquier identidad trigonométrica a identidades exponenciales mucho más simples. La idea de un número complejo como punto en el plano complejo fue descrita por primera vez por Caspar Wessel en 1799, aunque ya se había previsto en en el tratado De Algebra de John Wallis. Las memorias de Wessel aparecieron en las Actas de la Real Academia Danesa de Bellas Artes, pero pasaron desapercibidas. En 1806, Jean-Robert Argand publicó de forma independiente un folleto sobre números complejos y proporcionó una rigurosa demostración del teorema fundamental del álgebra. Carl Friedrich Gauss ya había publicado una prueba esencialmente topológica del teorema en 1797, pero expresó dudas en ese momento sobre la verdadera metafísica de la raíz cuadrada de 1. No fue hasta 1831 que exageró estas dudas y publicó su tratado sobre números complejos como puntos en el plan, estableciendo en gran medida la notación y terminología modernas. A principios del siglo XIX, otros matemáticos descubrieron de forma independiente la representación geométrica de números complejos: Buée, Mourey, Warren, Francois, y su hermano, Bellavitis. [6] El matemático inglés Godfrey Harold Hardy comentó que Gauss fue el primer matemático en usar números complejos de una manera realmente segura y científica, aunque matemáticos como Niels Henrik Abel y Carl Gustav Jakob Jacobi necesariamente los usaron rutinariamente antes de que Gauss publicara su tratado de 1831. [7] Si este tema ha sido considerado hasta ahora desde el punto de vista equivocado y por lo tanto envuelto en misterio y rodeado de oscuridad, se debe en gran medida a una terminología inadecuada que debe rendir cuentas. Si +1, -1 y √-1, en lugar de llamarse una unidad positiva, negativa e imaginaria (o peor, imposible), habría recibido los nombres de unidad directa, inversa y lateral, esta oscuridad difícilmente se habría extendido. - Gauss[8] Augustin Louis Cauchy y Bernhard Riemann proporcionaron ideas fundamentales sobre el análisis complejo, elevándolo a un alto estado de conclusión, comenzando alrededor de 1825 en el caso de Cauchy. Los términos comunes utilizados en teoría se deben principalmente a sus fundadores. Argand llamó a cos φ + i factor de dirección sin de pantalla, cos y phi +i sin phi; y módulo para r's a 2 + b 2'displaystyle r'sqrt's'{2}+b'{2}'; Cauchy (1828) llamó porque φ + i sin φ'displaystyle 'cos'phi +i's no 'phi' la 'forma reducida' (l'expression réduite) y aparentemente introdujo el término argumento; Gauss usó i para .1, introdujo el término número complejo para un +bi, y llamado estándar a2+b2. El coeficiente de expresión de dirección utilizado a menudo para cos + i sen 'displaystyle' y el valor absoluto para el módulo se debe a Weierstrass. Los escritores clásicos sobre la teoría general posterior incluyen Richard Dedekind, Otto Hulder, Felix Henri Poincaré, Hermann Amandus Schwarz, Karl Weierstrass y muchos otros. Los números complejos vinculados a funciones de variables analíticas o complejas permitieron que el concepto de cálculo se extendiera al plano complejo. El cálculo de variables complejas tiene varias propiedades notables que implican propiedades que se pueden utilizar para obtener varios resultados útiles en matemáticas aplicadas. [9] Definición Cada número complejo z se define como un par ordenado de números reales: z s (a, b). In turn, the first element a is defined as a real part of z, It is denoted to .re (z . . . . el segundo elemento b se define como una parte imaginaria de z, denotado b - Im (z). Em seguida, no conjunto C dos números complexos, três operações são definidas, e a relação de igualdade é definida: Igualdade (a , b) ∧ ⟺ . . . . , se supone que cada número real es un número complejo. El número complejo (0 , b) .displaystyle (0,b) se denomina número imaginario puro. Desde (A, 0) + (0, B) ? (A, B) ? displaystyle (a,0)+(0,b)'(a,b)' se dice que es la suma de un número real con un número imaginario puro. [10] Adición de Operaciones Racionales (a), b) + (c , d) ? (A+C, B+D)? displaystyle (a,b)+(c,d)-(a+c,-,b+d)- Producto dimensionando R (A, B) ? (r a , r b) a,b)-(ra,-,rb)- Multiplicação (a , b) · (c , d) s (a c s b d , a d + b c) ?displaystyle (a,b)-cdot (c,d)-(ac-bd,ad+bc) : Subtração (a , b) . . . . b c ' a d) c 2 + d 2 ' (a c + b d c 2 + d 2 , b c ? a d c 2 + d 2) ?displaystyle 'frac'(a,b)''(c,d)'(ac+bd .,bc-ad) .over c.{2}+d.{2}.left(.ac+bd .over c.{2}+d.{2},.bc-ad .over c.{2}+d.{2}.right). especialmente en álgebra, de la mayor relevancia, número i (j en física), llamada unidad imaginaria, definida como i ' (0 , 1) ' displaystyle 'mathrm'i'(0.1)','!' Satisface la siguiente igualdad: i 2 ' i ' i ' (0 , 1) (0.1)'cdot (0.1)'cdot (0.1)'cdot (0.1)'. (-1.0)-1- Teniendo en cuenta que (a , 0) (0 , 1) ? (0 , a) - ? displaystyle (a.0) . . . . , a) .displaystyle (a,0)-cdot (0.1)-a-mathrm-i-(0,a)-En textos elementales se define que i 2 es igual a -1. Además una de las raíces de la ecuación x 2 + 1 x 0. [11] Valor absoluto o módulo, argumento y conjugar valor absoluto o módulo de un número complejo La fórmula Euler ilustrada en el plano complejo. El valor absoluto, el módulo o la magnitud de un número complejo z se proporciona mediante la siguiente expresión: Z z z ∗ ? Re 2 (z) + Im 2 (z {2} {2} . . . . podemos ver, desde el teorema de Pitágoras, que el valor absoluto de un número complejo coincide con la distancia euclidiana desde el origen del avión hasta ese punto. Si el complejo se escribe exponencialmente z'r ei', entonces 'z' R. Puede expresarse en forma trigonométrica como z s r (coso + isen), donde cos - isen - hey es la fórmula conocida de Euler. Podemos comprobar fácilmente estas cuatro propiedades importantes del valor absoluto Z • 0 ⟺ z -0 -displaystyle -left-z-right-0-Longleftrightarrow z-0- z + w ? ≤ | Z + ? w ' displaystyle -left-z+w-right-leq-z-+-w- z w ' ? Z w ' displaystyle -left-zw-right-z-z-w' z - w - ≥ de la unidad de estado de la aplicación de la unidad de la aplicación. Z á ? w' displaystyle z-w- para cualquier z y w complejos. Por definición, la función de distancia es la siguiente d(z, w) - z - w y nos proporciona un espacio métrico con los complejos gracias al cual podemos hablar de límites y continuidad. Agregar, restar, multiplicar y dividir complejos son operaciones continuas. Si no se dice lo contrario, se supone que esta es la métrica utilizada en números complejos. Argumento o fase Artículo principal: Argumento (análisis complejo) El argumento principal o fase de un número complejo genérico z s x + y i 'displaystyle z'x+yi', donde x'r y (z) 'displaystyle x' Re(z) , e e e e i m (z) estilo de visualización y 'Im(z)' es el ángulo φ 'displaystyle' y 'phi' que forman el eje de los abscesos OX y el Vector OM, con M(x,y). É dada pela seguinte expressão: φ - Arg (z) - atan2 (y , x) . . . . ,x)- onde atan2(y,x) é a função arctangent definida para os quatro quadrantes: atan2 (y , x) s arctan (y x) x > 0 arctan (y x) + π e ≥ < 0= arctan= = (= y= x=)= −= π= y=> < 0= ,= x=> < 0= += π= 2= y=> 0 , x 0 , x s 0 s π 2 e < 0= ,= x=0 indefinido= y=0 ,= x=0 {\displaystyle= \operatorname= {atan2}= (y,x)={\begin{cases}\arctan \left({\frac= {y}{x}}\right)&\qquad= x=> 0'arctan 'esquerda('' frac 'y'x'right')+'pi &'qquad y'geq <0\\\arctan \left({\frac= {y}{x}}\right)-\pi= &\qquad=></0\\\arctan> <> <0\\+{\frac {\pi= }{2}}&\qquad= y=>0 ,x 0,x'0'-'frac's'{2}'&'qquad' y <0,x-0-text-indefinido-&-qquad y-0,x-0-end-cases-casos-El aa: atan2 (y , x) - π 2 sgn (y) - arctan (y-0,x-0-end-cases-o- - (a y-0,x-0-end-cases-o- a-- (a y-0,x-0-end-cases-o- a- - (a y-0,x-0-end-cases-o- a- - (a y-y-0,x-0-end-cases-o- a-- (a y-y-0,x-0-end-cases-o- também: atan2- - (a y-y- á ,- x) , π 2 , sgn, , y , arctan, , (></0,x ,0, texto, indefinite, indefinido y qquad y y 20 y 20 El: aan2 (y , x) de a π 2 sgn (y) , arctan (> > </0,+, frac> </0-frac> y) ∀ x , y ∈ R 'displaystyle', 'operatorname' (y,x)'frac's 'pi', '{2}', 'operatorname', 'sgn','arctan', 'left('frac', 'x', 'right') 'quad' forall x,y'in 'mathbb' (y)< < ≥ . . . . El argumento tiene periodicidad de 2o, por lo que arg z s arg z + 2 k π .displaystyle .arg z.operatorname .arg. Z+2k.pi. . . . . El ángulo Arg z es el valor principal de arg z que comprueba el π -π < Arg z<- descrito anteriormente. [13] Los conjugados de un número complejo Dos binomios se llaman conjugados si difieren sólo en su signo central. Por lo tanto, el conjugado de un complejo z (denotado como z---displaystyle-bar-z-ou-z-∗-displaystyle z---------- define también: z á ' a ' b i ⟺ z ' a + b i 'displaystyle' s'bar 'z'a-b'mathrm'i' 'Longleftrightarrow z'a+b'mathrm 'i' - Se observa que ambos difieren en el signo del partismo imaginario. Este número cumple con las propiedades: z + w ? z. + w . . . . • 2 • Re (z) . . . . displaystyle z-overline, z 2icdot hbox z w á á w'displaystyle', 'overline', 'zw', 'zw', 'z', 'z', 'z', 'z', 'z', 'z' á w', 'displaystyle', 'overline', 'zw', 'zw', 'z', 'z', 'z' á w', 'displaystyle' bar zz z ∈ R ⟺ z' z 'z' displaystyle z'in 'mathbb' 'Longleftrightarrow' Z 2 x z z á ≥ 0 'displaystyle'z'z'{2} z'z'z'geq 0' z ≠ 0 ⇒ 1 z 'Z' Z' Z 2 'displaystyle zeq 0'' 'Rightarrow' {2} {1} es el método elegido para calcular el método inversa de un número complejo si se indica en coordenadas rectangulares. Representación de representación binómica Un número complejo representado como un punto (en rojo) y un vector de posición (azul) en un diagrama de Argand; a + b i 'displaystyle a+bi' es la expresión binomial del punto. Un número complejo se representa en forma binomial como: z s a + b i 'displaystyle z'a+bi', la parte real del número complejo y la parte imaginaria, se pueden expresar de varias maneras, como se muestra a continuación: un 'Re (z) ' R (z) 'displaystyle a'hbox'(z)'Re (z)' b ' Im (z) ' I (z) ' displaystyle b'hbox'Im'(z)'Im (z)' Representación polar El φ argumento y el módulo localizar r a punto r (porque φ + i sin φ) .displaystyle r('cos'phi +i'sin 'phi') o r e i φ 'displaystyle is'i'phi' es la expresión polar del punto. En esta representación, el estilo de texto R'displaystyle es el módulo numérico complejo y el ángulo 'textstyle' de φ'displaystyle es el argumento numérico complejo. Arctán φ- (B A)) (Im (Z) Re (Z)? arctan (? Im (z) Re (z) . . . . Re-(z)-right)---arctan-left(--frac-hbox-Im-(z)-hbox-Re-(z)-right)-cos- φ-a-r- φ a-r- , utilizando la representación binomial, da como resultado: z s a + i b ; φ φ φ. . . . . + me without φ . . . . ϕ. . . . . Que contiene sólo abreviaturas de las razones trigonométricas cosines, la unidad imaginaria y la relación sinusal del argumento, respectivamente. Según esta expresión, se observa que la definición de un número complejo de esta manera y con representación binomial requiere dos parámetros, que pueden ser parte o módulo o módulo real e imaginario, respectivamente. Según la fórmula de Euler: porque φ + i sen φ y yo φ; ϕ. . . . . El ángulo φ el estilo de visualización no está determinado exclusivamente por z, porque puede haber números complejos infinitos que tengan el mismo valor representado en el plano, que difieren por el número de revoluciones, ya sea en sentido contrario a las agujas del reloj (positivas) o el tiempo (negativo) que están representados por enteros k ∈ Z 'displaystyle k'in 'mathbb', como implica la fórmula de euler: ∀ k ∈ Z z s r e i (φ + 2 π k) .displaystyle .forall .k.in .mathbb . Z. generalmente φ 'displaystyle' está restringido al rango [-π, π) y este φ restringido 'displaystyle' se llama el argumento principal de z y se denota φ-Arg(z). Con este acuerdo, las coordenadas se determinan exclusivamente por z. Operaciones polares La multiplicación de números complejos es especialmente simple con notación polar: z 1 z 2 r s e i (φ + ψ) ⇔ z 1 z 2 s r e i φ s e i ψ + ⇔) ⇔ 2 ' r e i φ e i ψ z_{1}z_{2}-rse-mathrm-i-(-phi+-psi)-Leftarrowright z_{1}z_{2}-re-mathrm-i-phi-mathrm-mathrm-i-psi-Division : z 1 z 2 ' r s e i (φ ' ψ) 'displaystyle' frac 'z_{1}'z_{2}'s'frac'r'e's'mathrm'i' ('phi -'psi') 'Powering: z n ' r n e i φ n ⇔ z n ' (r e i φ) n 'displaystyle z'n'n'e's'mathrm'i' 'phi n' 'Leftrightarrow z'n'left(re'i'phi') z'n'left(re'i'phi') z n' (a + b i) n' (n 0) para n + (n 1) a n' 1 b i + (n 2) a n ' 2 (b i) 2 + ... + (n ' 1) a (b i) n ' 1 + (n) (b i) n 'displaystyle z'n'(a+b'mathrm ' i ')-n-pick 0-a-n-+-n-choose 1-a-n-1-1-b--mathrm-i-+-n-pick 2-a-n-2-left(b-mathrm-i-right)-{2}+-ldots +-n-choose-n-1-a-left(b-mathrm -i-right)-n-1-+-n-choose n-left (b-mathrm-i-right)-n-Root-n-root of un número complejo Raíz cuadrada Dado el número complejo z-diremos z-w 1 , w 2 -displaystyle-sqrt-z-w_{1},w_{2} y se cumple que z's w i 2 , i's 1 , 2'displaystyle z'w_'i'i'{2},'i'1,2' Ejemplo i'c o s π 4 + s y n π 4 , c o s 3 π 4 + s y n 3 π 4 ' displaystyle 'sqrt', 'i'cos'cos'frac'pi'{4}'+sen'frac's'{4}', 'cos'frac',cos''frac'3-pi -{4}-+sen-frac-3-pi-{4}-Representation en forma de matrices de orden 2 En el anillo de matrices de segundo orden en el campo de los números reales , puede encontrar un subconjunto que sea isomórfico para el cuerpo de números complejos. Bueno, se establece una coincidencia entre cada número a+bi complejo con la matriz (a s b b a). -displaystyle -start-pmatrix-a&-b-b&a-end-pmatrix. De esta manera, se obtiene una coincidencia bidireccional. La suma y el producto de dos de estas matrices tienen esta forma de nuevo, y la suma y el producto de números complejos corresponden a la suma y el producto de dichas matrices. In particular, the matrix (0 x 1 1 0 . . . .

. . . . [14] Diseño de números complejos o Argand Diagram Artículo principal: Plan complejo El concepto de plan complejo le permite interpretar números complejos geométricamente. La suma de números complejos puede estar relacionada con la suma con vectores, y la multiplicación de números complejos se puede expresar simplemente donde la magnitud del producto es el producto de las magnitudes de los términos, y el ángulo contado desde el eje real del producto es la suma de los ángulos de los términos que se ven como la transformación del vector que gira y cambia su tamaño simultáneamente. Multiplicar cualquier complejo por i corresponde a una rotación de 90o en la dirección opuesta a las manos del reloj. También el que (-1) (-1)-+1 se puede entender geométricamente como la combinación de dos rotaciones de 180o (i al cuadrado -1), lo que resulta en un cambio de señal al completar una vuelta. Los diagramas Argand se utilizan a menudo para mostrar las posiciones de los polos y ceros de una función en el plano complejo. El análisis complejo, la teoría de funciones complejas, es una de las áreas más ricas de las matemáticas, que encuentra aplicación en muchas otras áreas de las matemáticas, así como en la física, electrónica y e otros campos. Propiedades del cuerpo de números complejos El conjunto C de números complejos satisface las leyes de la axiomática que define un cuerpo: Propiedad conmutativa: z+w x w+z; zw-wz. Propiedad asociativa: v+(w+z)- (v+w)+ z; v(wz)-(vw)z Propiedad distributiva: v(w+z) - vw+vz; (w+z)v ? wv+zv Existencia de identidades: Identidad aditiva, cero: z+ 0 x 0+z x z; a identidade multiplicativa, a 1: z · 1 x 1 · z z z z z z s displaystyle z-cdot 1-1-cdot z-z-inversa: cada complexo tem seu inverso aditivo -z de tal forma que z +(-z) x 0 e cada complejo, número de cero, tem seudor inverso z-1, tal que z-z-1-1-1. [15] Si identificamos el número real a con el complejo (a, 0), el cuerpo de los números reales de R aparece como un subcuerpo de C. Además, C forma un espacio vectorial de la dimensión 2 sobre los reales. Los complejos no se pueden clasificar como números reales, por lo que C no se puede convertir de ninguna manera en un cuerpo ordenado. Espacio vectorial Definir C con la adición de números complejos y teniendo en cuenta cómo escalar los números reales, puede definir C como un espacio vectorial. Es decir: Si z,w son números complejos, z+w es un número complejo. Esta operación interna define una estructura de grupo aditivo. Si r es el número real y z es un número complejo, entonces rz, llamado un escalar múltiple de z, también es un número complejo. Las dos operaciones satisfacen el vector axiomático o el espacio lineal. [16] Aplicaciones en soluciones matemáticas de ecuaciones polinómicas Una raíz o un cero[17] de polinomio p es una z tan compleja que p(z)-0. Un resultado importante de esta definición es que todas las ecuaciones polinéticas de grado n tienen exactamente n soluciones en el cuerpo de números complejos, es decir, tiene exactamente n complejo z que cumplen con la igualdad p(z)-0, contada con su respectiva multiplicidad. Esto se conoce como el teorema de álgebra fundamental, y demuestra que los complejos son un cuerpo algebraicamente cerrado; es por eso que los matemáticos consideran números complejos más naturales que los números reales al resolver ecuaciones. También es cierto que si z es una raíz de una p polinómica con coeficientes reales, entonces el complejo conjugado de z es también una raíz de p. Análisis de variables complejos o complejos Artículo principal: Análisis complejo El estudio de funciones variables complejas se conoce como Análisis complejo. Tiene muchos usos como una herramienta matemática aplicada, así como en otras ramas de las matemáticas. El análisis complejo proporciona algunas herramientas importantes para demostrar teoremas incluso en la teoría de números; mientras que las funciones reales de la variable necesitan un plano cartesiano para ser representado; Las funciones variables complejas requieren un espacio de cuatro dimensiones, lo que las hace especialmente difíciles de representar. Las ilustraciones de color en un espacio tridimensional se utilizan a menudo para sugerir la cuarta coordenada o animaciones 3D para representar los cuatro. Ecuaciones diferenciales En ecuaciones diferenciales, al estudiar las soluciones de ecuaciones diferenciales lineales con coeficientes constantes, es común encontrar primero las raíces (generalmente complejas) de las características polinómicas (f(x) y x'displaystyle f(x) , . Fractales de artículo principal: Fractal Muchos objetos fractales, como el conjunto Mandelbrot, se pueden obtener de las propiedades de convergencia de una sucesión de números complejos. El análisis del dominio de convergencia revela que tales conjuntos pueden tener una enorme complejidad autosóloga. En física, los números complejos se utilizan en la ingeniería electrónica y otros campos para una descripción adecuada de las señales periódicas variables (véase Análisis de Fourier). En una expresión de tipo z-r e i-φ-displaystyle z-re-re-i-phi-,- podemos pensar en r'displaystyle r'' como la amplitud, y en el displaystyle's', de φ' como la fase de una onda sinusoidal de una frecuencia dada. Cuando representamos una corriente o una tensión de CA (y, por lo tanto, con el comportamiento sinusario) como la parte real de una función variable compleja de la forma f (t) s z y i 'displaystyle f(t)'s'ze'i'omega t'' donde la frecuencia angular y el número complejo z nos da la fase y amplitud, el tratamiento de todas las fórmulas que gobiernan resistencias, capacidades e inductores se puede unificar introduciendo resistencias imaginarias a las dos últimas (ver redes eléctricas). Los ingenieros eléctricos y físicos utilizan la letra j para la unidad imaginaria en lugar de i, que normalmente está destinada a la intensidad actual. El campo complejo es igualmente importante en la mecánica cuántica cuyas matemáticas subyacentes utilizan Espacios Hilbert de Dimensión Infinita sobre C (C). Reconocimientos[requerido] En la relatividad especial y la relatividad general, algunas fórmulas para la métrica espacio-tiempo son mucho más simples si tomamos tiempo como una variable imaginaria. Reconocimientos[requerido] Generalizaciones Los números complejos se pueden generalizar dando como resultado números de hipercompensación. El cuerpo de números complejos es un subcuerpo conmutativo de álgebra cuaterónica h 'displaystyle'scriptstyle', que a su vez es un sub algebra de otros álgebras más grandes (octoniones, C ⊂ H ⊂ O ⊂ S 'displaystyle', 'mathbb', 'C', 'subset', 'mathbb', 'O', 'mathbb', 'S', 'Other possible generalization' es considerar la finalización de números hiperreales: C ⊂ ∗ R (i) .displaystyle .mathbb . C.. Reales: R'displaystyle :';' mathbb'R' Rationals : Q'displaystyle :';' mathbb' 'Q' Integers : Z'displaystyle :';' mathbb'Z' Naturals : N's ' displaystyle :'mathbb'n' one: 1 Natural Natural Natural Compounds Compounds Zero: 0 Negative Integers Exact Fractional Periodic Pure Irrational Irrational Irrational Transgebraic Imaginary Notes - In Modern Notation, Tartaglia's solution is based on expanding the cube of the sum of two cubic roots : (u 3 + v 3) 3 x 3 ou v 3 (u 3 + v 3) + u + v .displaystyle .left(.sqrt[{3}].u.+.sqrt[{3}].v.v. . derecha)-{3}-3-sqrt[{3}]-uv-left (-sqrt[{3}]-u-+-sqrt[{3}]-v-direita)+u+v-. Com x'u 3 + v 3 'displaystyle x'sqrt[{3}]'u'+'sqrt[{3}]'v'v', p's 3 ou v''displaystyle p'3' Sqrt[{3}]-uv, q-u+v-displaystyle q-u+v- , u, e v pode ser expresso em termos de p e q como u q/2 + (q / 2 {3} {2} . . . . (p / 3) 3 'displaystyle v'q/2-'sqrt'(q/2)'{2}-(p/3)'{3}', respectivamente. Ento, x s q / 2 + (q / 2) 2 ' (p / 3) 3 + q / 2 ' (q / 2) 2 ' (p / 3) 3 ' displaystyle x 'sqrt[{3}]'q/2+'sqrt' ((p / 3) 3 ' displaystyle x 'sqrt[{3}]'q/2+'sqrt' ((p / 3) 3 ' displaystyle x 'sqrt[{3}]'q/2+'sqrt' ((p / 3) q/2)-{2}-(p/3)-{3}-+-sqrt[{3}]-q/2---sqrt -(q/2)-{2}-(p/3)-{3}- . Quando (q / 2) 2 ' (p / 3) 3 'displaystyle (q/2)'{2}-(p/3)'{3}' é negativo (casus irducibilis), una segunda raiz cúbica deve ser considerada como o conjugado complexo do primeiro.

Referencias J. V. Uspenski (profesor de la Universidad de Stanford): Teoria das Equaées, Limusa Group Noriega Editores. Cidade do México. (1992) ISBN 968-18-2335-4. Kline, Morris. Uma história de pensamento matemático, volumen 1. pág. 253. Katz, Victor J. (2004), 9.1.4, A História da Matemática, Breve Versáo, Addison-Wesley, ISBN 978-0-321-16193-2 Nahin, Paul J. (2007), An Imaginary Tale: The Story of √-1, Princeton University Press, ISBN 978-0-691-12798-9, acessado em 20 de abril de 2011 A Geometria de René Descartes com umm fac-símile da primeira edio, Dover Publications, ISB acessado em 20 de abril de 2011 - Caparrini, Sandro (2000), On the Common Origin of Some of the Works on the Geometrical Interpretation of Complex Numbers, em Kim Williams, ed., Two Cultures, Birkh-user, p. 139, ISBN 978-3-7643-7186-9 Extrato da página 139 ' Hardy, G.H.; Wright Wright (2000) [1938], An Introduction to the Theory of Numbers, OUP Oxford, p. 189 (cuarta edición), ISBN 978-0-19-921986-5 Cita extraída de A Short History of Complex Numbers, Orlando Merino, University of Rhode Island (enero de 2006) merino/spring06/mth562/ShortHistoryComplexNumbers2006.pdf William R. Derrick: Complex: Variable with Applications. Iberoamérica Grupo Editorial, impreso en México ISBN 968-7270-35-7 Álgebra Moderna. Schaumm Algebra Editions de Aurelio Baldor – Coincide completamente con lo que se indica en Funciones Variables Complejas Teoría de Cálculo Operacional de Estabilidad por Krasnov / Kiselev y Makárenko. Editorial Mir, Moscú. 9 (1983) César Trejo. Moisés Lázaro. Números complejos. Moshera Editions, Lima (2011) - Derryck. Op. cit. ↑ Zamansky. Introducción al álgebra y análisis moderno - Análisis matemático . Volumen I de Haaser, LaSalle y Sullivan (1977) Trillas, p.483 Conway Bibliography, John B. (1986), Functions of One Complex Variable I, Springer, ISBN 0-387-90328-3 I. M. Yaglom: Números complejos y sus aplicaciones a la geometría. Editorial URSS Moscú (2009) ISBN 978-5-396-00077-3 Enlaces Externos Wikimedia Commons tiene medios de comunicación relacionados con Complex Number. Weisstein, Eric W. Número Complejo. En Weisstein, Eric W. Ed. Mathworld. Wolfram Research. Números complejos. LIBRO INTERACTIVO GRATUITO DE RED Descartes Datos: Q11567 Multimedia: Números complejos Recursos de enseñanza: Conjuntos numéricos clave/Números complejos obtenidos de «