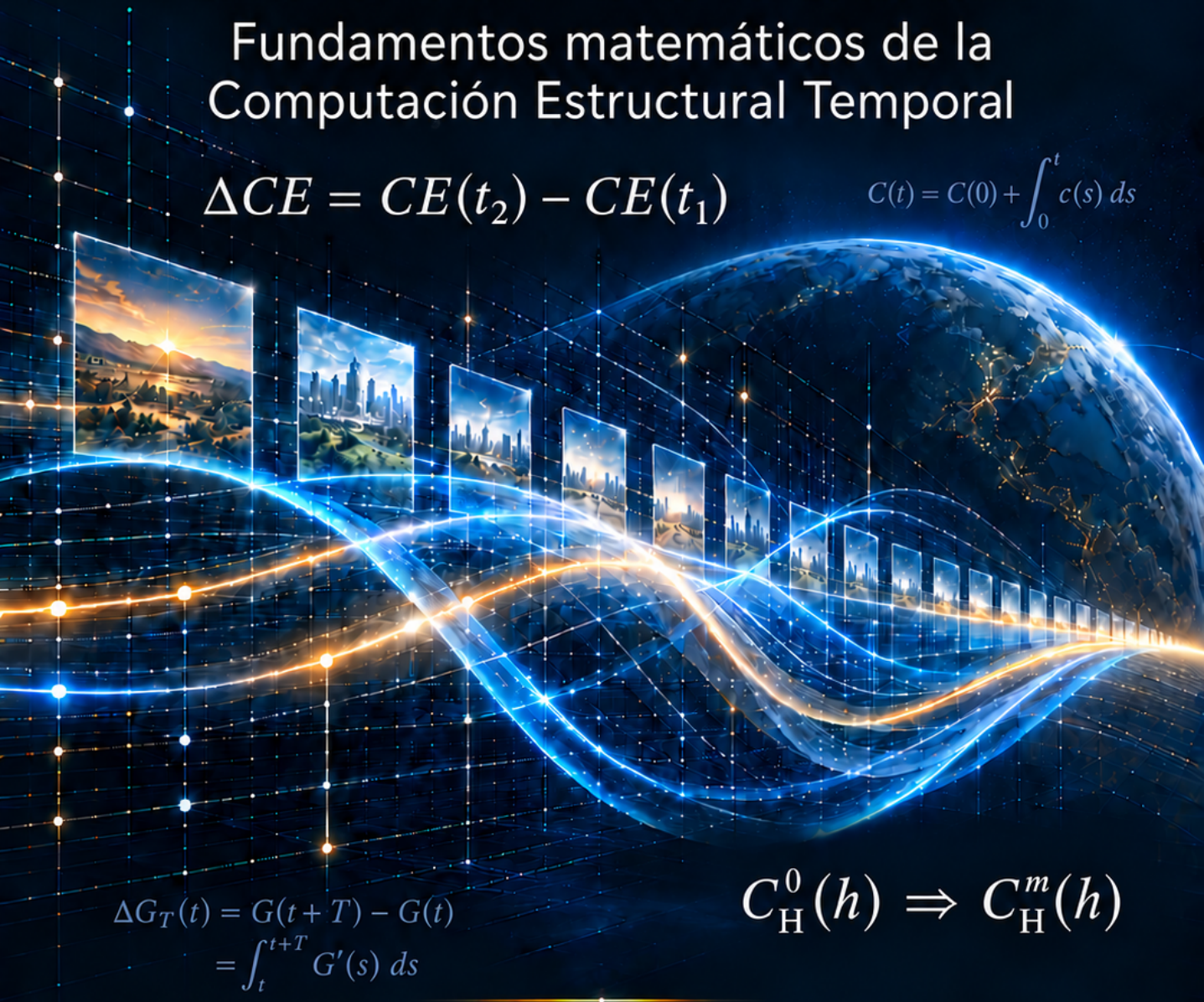
COMPUTACIÓN • SISTEMAS • TIEMPO

INGENIERÍA DE LA CONTINUIDAD ESTRUCTURAL

Fundamentos matemáticos de la Computación Estructural Temporal

$$\Delta CE = CE(t_2) - CE(t_1)$$

$$C(t) = C(0) + \int_0^t c(s)\, ds$$



$$\Delta G_T(t) = G(t+T) - G(t) = \int_t^{t+T} G'(s)\, ds$$

$$C_{\mathrm{H}}^{0}(h) \Rightarrow C_{\mathrm{H}}^{m}(h)$$

RAFAEL FELIPPE VOIGT

RAFAEL FELIPPE VOIGT

Ingeniería de la Continuidad Estructural

Fundamentos matemáticos de la Computación Estructural Temporal

Trayectoria, memoria, identidad y transformación
Una introducción matemática a la continuidad de los sistemas

EDICIÓN INDEPENDIENTE DEL AUTOR | 2026

Brasil, 2026

Traducción asistida por IA para revisión lingüística y técnica. El original portugués rige la interpretación.

Se reproduce la cubierta aprobada, localizada en español. Esta edición traduce los títulos y el texto; conserva los símbolos matemáticos y los títulos bibliográficos originales.

Autoría, edición y naturaleza de la obra

Rafael Felippe Voigt
Investigación, concepción y autoría científica

Ingeniería de la Continuidad Estructural
Fundamentos matemáticos de la Computación Estructural Temporal

Rafael Felippe Voigt es investigador independiente, fundador de VoigtCore y creador de la tecnología VCore. Es autor de las propuestas de Computación Estructural Temporal e Ingeniería de la Continuidad Estructural. Su investigación estudia la memoria, la identidad, la integridad y la evolución de los sistemas computacionales. VoigtCore identifica el ecosistema tecnológico asociado a su investigación. Rafael Felippe Voigt es responsable de la autoría y de la edición independiente de esta obra.

© 2026 Rafael Felippe Voigt. EDICIÓN DEMOSTRATIVA — 2026. Selección preparada para presentación y evaluación editorial; no es la edición comercial definitiva.

La obra reúne fundamentos establecidos de la matemática y la computación, formulaciones propuestas por el autor, modelos didácticos y cuestiones abiertas de validación. La formulación de un modelo, su demostración interna y su confirmación experimental son etapas distintas. Un registro de propiedad intelectual o un DOI no sustituye ninguna de ellas.

La preparación editorial, la redacción de apoyo, la maquetación, los diagramas y la comprobación de consistencia recibieron asistencia de inteligencia artificial. La cubierta se preparó con asistencia de generación de imágenes mediante inteligencia artificial. Los ejemplos numéricos son sintéticos; no describen mediciones de los productos VCore. La obra no presenta una validación empírica universal del marco ni una evaluación independiente de los productos comerciales.

Esta obra presenta una propuesta de ingeniería y un programa de formalización fundamentados en la Computación Estructural Temporal. Las definiciones, proposiciones e hipótesis tienen distintos niveles de madurez, explicitados a lo largo del texto. La validez empírica de las aplicaciones exige procedimientos experimentales específicos. Esta muestra no incluye un suplemento ejecutable.

Convención científica

Definición: fija el significado en el dominio elegido. **Hipótesis:** declara una condición que se debe examinar. **Proposición:** va acompañada de una demostración bajo condiciones explícitas. **Ejemplo:** desarrolla un cálculo o una interpretación. **Modelo didáctico:** proporciona relaciones públicas para la enseñanza y no identifica un estimador de producto.

MUESTRA DEMOSTRATIVA GRATUITA | 2026

ISBN de la obra completa en portugués: 978-65-970107-0-7.

Este ISBN identifica la edición completa en portugués, no esta muestra traducida.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios. Toda honra, toda gloria y toda gratitud le pertenecen a Él. En la fe encontré orientación y fuerza para continuar en los períodos de duda y perseverancia. Este libro nace también de la gratitud por las experiencias y por las oportunidades de aprender a lo largo de la vida.

A la memoria de mi padre, Sigold Voigt, que partió a los 49 años. Escribir estas palabras me emociona y me hace sentir profundamente su ausencia. Papá, estarás siempre en mi corazón.

A mi madre, Ivete M. Schneider Voigt, le agradezco el apoyo emocional, espiritual y financiero y la confianza durante la construcción de estas ideas. Su presencia acompañó las reflexiones, las incertidumbres y el trabajo necesario para transformar preguntas en investigación.

A mi hija, Isabella Voigt, una de las mayores inspiraciones de mi vida, le dejo mi cariño y el deseo de que el conocimiento, la disciplina y la perseverancia contribuyan a su futuro.

A mi hermana, Fernanda Voigt, le agradezco el apoyo y el ánimo. A mi sobrino Bernardo, le dejo el deseo de que la curiosidad y el valor para investigar acompañen su camino.

A mi amigo Marcos Aurélio, le agradezco la confianza y el ánimo, incluso cuando los resultados aún existían solo como ideas.

A mi tía Rute Salete Schneider, la querida Tía Rute, le agradezco con mucho cariño mi primera computadora. Ese regalo forma parte del inicio de mi historia con la computación, y estoy profundamente agradecido por su participación en esa trayectoria.

A mi tía Janice, mi tía de luz, le agradezco que siempre rece por mí. Recibe mi amor y mi gratitud por el cariño y por la presencia espiritual en mi vida.

A las familias Schneider y Voigt, les dejo mi cariño y mi gratitud por formar parte de mi historia.

A todas las personas que contribuyeron con conversaciones, preguntas, críticas y apoyo: gracias. Que esta obra invite al estudio cuidadoso, a la investigación y a la construcción de conocimiento en beneficio de la sociedad.

Rafael Felippe Voigt

Prefacio del autor

¿Qué sigue siendo verdadero cuando un sistema cambia? Esa pregunta guía este libro. Una máquina recibe componentes, un programa cambia de versión, una organización sustituye equipos y un agente utiliza otro modelo. El estado presente sigue siendo importante, pero investigar una obligación anterior exige relaciones que una lectura aislada puede no preservar.

El recorrido de mi investigación reunió cuestiones de sostenimiento, coherencia y gobernanza temporal y las acercó a los sistemas computacionales. La observación física de la computación motivó preguntas sobre consumo, perturbación y esfuerzo de mantenimiento. De esas señales no se desprenden automáticamente una identidad o una memoria; es necesario construir las relaciones y examinar sus condiciones.

Llamo Ingeniería de la Continuidad Estructural a la propuesta de organizar este problema como un trabajo de ingeniería: declarar la frontera, representar la trayectoria, definir lo que debe permanecer, formular hipótesis, calcular consecuencias y contrastarlas con evidencia. MovieShot denomina, en este recorrido, una representación longitudinal en la que los frames preservan relaciones y contexto. La historia observada debe seguir siendo interpretable para las preguntas que nos comprometemos a responder.

Los logs, los sistemas temporales, la verificación formal, la teoría de control y la recuperación ya proporcionan instrumentos importantes. Este libro dialoga con esas tradiciones. La contribución buscada consiste en reunir las preguntas sobre trayectoria, memoria, identidad, integridad, patrimonio y capacidad futura en una formulación de continuidad que pueda examinarse.

La matemática cumple aquí una función de enseñanza y de crítica. Una relación de dependencia todavía no es una ley calibrada. Una magnitud necesita dominio, unidad, regla de interpretación y condiciones de comparación. Una demostración es válida bajo sus hipótesis. Cuando una formulación necesita revisarse, el trabajo científico gana precisión al hacer explícita la revisión.

Deseo que el lector pueda rehacer un cálculo, probar una hipótesis, construir un contraejemplo y formular una pregunta mejor. El libro es una base de estudio y una invitación al examen independiente de la propuesta. La continuidad que busco comprender comienza también con el compromiso de preservar las condiciones bajo las cuales se produjo el conocimiento.

Cómo estudiar esta ingeniería

Un recorrido acumulativo

Los Capítulos 1 a 4 introducen estados, eventos, tiempo, medición y representación. Los Capítulos 5 a 8 desarrollan memoria, identidad, magnitudes y gobernanza. El Capítulo 9 prepara el ensayo; los tres últimos aplican los fundamentos a la máquina, al agente y a la infraestructura física. Los ejemplos son sintéticos. La sección 10.8 presenta un modelo finito de migración y describe su suplemento opcional, independiente de los productos.

Antes de calcular

Comience por la pregunta, la frontera y las obligaciones. Declare el objeto, las unidades, los instantes, las hipótesis y las lagunas. Rehaga el ejemplo y construya un contraejemplo. Una igualdad puede ser una definición, una identidad, una hipótesis de modelo o una relación estimada: reconozca qué uso se ha declarado. La demostración y la confirmación experimental responden a preguntas distintas.

Notación y práctica

t indica tiempo físico cuando se declara su escala; k y τ pueden limitarse a indexar transformaciones. Símbolos como C, H y T tienen alcance local, explicitado en cada modelo. Los ejercicios progresan del cálculo a la interpretación, la demostración y la investigación. Consulte las soluciones seleccionadas después de intentar resolverlos. Las definiciones y demostraciones explicitan los dominios y las hipótesis necesarios para los resultados enseñados.

Para estudiantes y profesores

Explique cada resultado con sus propias palabras. Compruebe dónde interviene cada hipótesis en la demostración y altere una condición para probar su alcance. En clase, comience con el problema concreto, rehaga un cálculo y pida una conclusión que distinga lo calculado de lo que exige evidencia. Trasladar un ejemplo a la práctica requiere instrumentación, datos y criterios del dominio; observar una diferencia no demuestra su causa.

Guía de lectura de los símbolos

Esta página sirve de consulta. Cada símbolo reaparece en el contexto en que es necesario. La lectura verbal ayuda a transformar una expresión en una afirmación que pueda examinarse.

Expresión	Lectura y significado
$x \in D$	«x pertenece a D»: x es un caso admitido en el dominio D.
$A \subseteq B$	«A está contenido en B»: todo elemento de A también pertenece a B.
$A \times B$	Conjunto de pares ordenados (a,b), con a en A y b en B; el orden de los componentes importa.
$f: D \to Y$	La función f asigna a cada entrada de D una salida de Y.
$g \circ O$	Composición: primero aplicamos O; después, g. Así, $(g \circ O)(h)=g(O(h))$.
$\Rightarrow$	«Implica»: bajo las hipótesis declaradas, la primera afirmación conduce a la segunda.
Σ	Suma de términos de una familia. Los índices y los límites indican qué términos intervienen.
$\int$	Acumulación en una escala declarada. Integrar una tasa en J/s respecto del tiempo en s produce J.
ΔG_T	En el modelo didáctico MD7.2 (sección 7.5): diferencia $G(t+T)-G(t)$, con G numérica y evaluaciones comparables. Diferencia y tasa tienen unidades distintas; esta convención no redefine todos los usos de ΔGT del autor.

Una lectura completa

Si O(h) es el informe preservado de una historia h y g interpreta ese informe, $q=g \circ O$ afirma: la respuesta q puede obtenerse aplicando g a la información que O conservó. Si dos historias producen el mismo informe y exigen respuestas diferentes, esa recuperación es imposible en ese dominio. Los Capítulos 4 a 6 demuestran la afirmación y exploran sus consecuencias.

Guía de esta edición demostrativa

Esta selección preserva la apertura y la secuencia inicial de la V9. Los agradecimientos se reproducen íntegramente.

Apertura de la obra

Cubierta, portada, autoría y créditos, agradecimientos, prefacio del autor, orientación de estudio, guía de símbolos y esta guía de lectura.

Capítulo 1

La ingeniería de la continuidad: del instante al MovieShot. Problema, definiciones, ejemplos, tres proposiciones y ejercicios del capítulo, en el orden original.

Inicio del Capítulo 2

Secciones 2.1 y 2.2: estados, transiciones, ejecuciones, prefijos y preservación por inducción. El fragmento termina al concluir la sección 2.2.

Soluciones seleccionadas

Soluciones originales de los ejercicios 1.2 y 1.3.

Puente editorial hacia el Capítulo 7

Ejemplo 7.4 y Tabla 7.1, preservados y contextualizados. Las explicaciones complementarias están identificadas.

Referencias de esta selección

Solo las fuentes citadas en el contenido incluido; no es el catálogo completo de la producción del autor.

Cómo utilizar la muestra

La numeración de las secciones, ecuaciones, figuras y ejercicios es la de la obra integral; la paginación se ha adaptado. Las remisiones apuntan al desarrollo del libro completo. La guía de ΔGT se aclaró conforme a la sección 7.5. Las demostraciones siguen condicionadas a las hipótesis del texto; los ejemplos numéricos son sintéticos.

CAPÍTULO 01

La ingeniería de la continuidad: del instante al MovieShot

Una ingeniería de la continuidad comienza cuando preservar el funcionamiento deja de bastar: es preciso preservar el significado de los compromisos y las transformaciones.

Objetivos. Distinguir funcionamiento presente de continuidad de un compromiso; relacionar la ejecución física de una computadora con la historia que puede observarse; definir el alcance científico de Frame Estructural y MovieShot; examinar el alcance de una observación presentada en vivo.

Requisitos previos. Lectura de gráficos sencillos, operaciones aritméticas y disposición a explicitar hipótesis. Los modelos formales se construirán progresivamente.

1.1 El problema de ingeniería: el compromiso atraviesa el cambio

Un servicio recibe una solicitud, muestra el mensaje de confirmación y se reinicia. La interfaz vuelve rápidamente. Sin embargo, la solicitud no aparece en el almacenamiento. El equipo está encendido, la aplicación responde y la obligación contraída con el usuario sigue sin resolverse. Esta situación distingue dos preguntas: ¿el sistema funciona ahora? ¿Se preservó el compromiso presentado antes de la interrupción? La Ingeniería de la Continuidad Estructural toma la segunda pregunta como parte central de su objeto. El caso acompañará al libro porque permite relacionar modelos matemáticos, observación, memoria, identidad y decisión sin depender de un producto específico.

En la perspectiva propuesta por Rafael Felippe Voigt, la continuidad implica la preservación examinable de relaciones relevantes durante la evolución de sistemas computacionales [MAN]. La relevancia debe declararse. En un servicio de solicitudes, puede importar que toda confirmación corresponda a un registro persistente; en una migración, que cada obligación siga asociada a la misma entidad; en una investigación, que el significado de un evento antiguo siga siendo recuperable. La expresión continuidad adquiere contenido técnico cuando estas exigencias pueden distinguirse, verificarse y, cuando sea necesario, refutarse.

Definición 1.1 - Obligación de continuidad

Una obligación de continuidad es una propiedad declarada que debe seguir siendo válida a través de una clase especificada de transformaciones. Su formulación identifica el sistema, la frontera, los acontecimientos considerados y la condición de cumplimiento. En esta obra, el término organiza el problema de ingeniería; no establece una garantía automática sobre ningún sistema real.

Una organización puede elegir obligaciones diferentes. Preservar todos los datos, recuperar una función en un plazo determinado y conservar la asociación entre una decisión y sus razones no son exigencias equivalentes. Algunas pueden satisfacerse simultáneamente; otras pueden entrar en conflicto con el costo, la capacidad o la privacidad. El primer trabajo del ingeniero consiste en hacer explícitos estos compromisos antes de condensarlos en un indicador. Un número no decide qué obligaciones deberían existir.

Proposición 1.1 - El funcionamiento presente no implica un compromiso preservado

La afirmación de que una aplicación está disponible en el presente no implica, por sí sola, que una confirmación anterior tenga el registro persistente exigido.

Demostración por contraejemplo. Considere tres variables binarias: q indica aplicación en funcionamiento, a indica confirmación emitida y d indica registro persistente disponible. El estado (q, a, d)=(1,1,0) satisface el funcionamiento presente y viola la exigencia de que una confirmación implique registro. Una aplicación puede alcanzar ese estado al confirmar antes de la escritura y perder el trabajo volátil en una interrupción. Por tanto, q=1 no implica a≤d. La demostración refuta una implicación general; no afirma que toda aplicación confirme de esa manera.

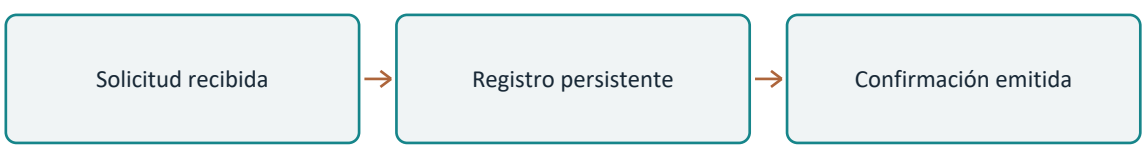


Figura 1.1 - Un compromiso externo depende de acontecimientos internos. El orden y el significado de la confirmación son hipótesis de ingeniería, no consecuencias de la apariencia de la interfaz.

El requisito también debe indicar durante cuánto tiempo debe ser válido y qué transformaciones abarca. Preservar una solicitud durante un reinicio no demuestra preservación durante una migración, una alteración de significado o la pérdida de un participante. La frontera elige qué se toma en cuenta y el horizonte elige dónde se examina la obligación. Podemos comenzar por un escenario pequeño y ampliar sus hipótesis. El rigor consiste en acompañar esa ampliación, sin trasladar silenciosamente una garantía local a condiciones que la demostración no consideró.

1.2 La computadora física y la descripción que hacemos de ella

Una computadora ejecuta trabajo mediante transformaciones físicas. Los componentes electrónicos alteran estados, intercambian señales y disipan energía. El procesamiento, la comunicación y el almacenamiento dependen de condiciones materiales de alimentación, temperatura y funcionamiento. Esta base física importa para la continuidad: una interrupción energética puede eliminar información volátil; un calentamiento puede modificar las condiciones de operación. Al mismo tiempo, observar un efecto físico no revela automáticamente la identidad de una solicitud, el significado de una decisión o la validez de una obligación.

Potencia y energía ilustran la diferencia entre una magnitud y su interpretación. La potencia es una tasa de transferencia de energía; el vatio corresponde a julio por segundo. Con potencia constante P durante una duración T, la energía transferida es E=PT. Si la potencia varía, la acumulación exige considerar los tramos o integrar una función adecuadamente definida. Las unidades acompañan la operación. Una lectura en vatios no es una cantidad en julios, así como una tasa de finalizaciones no es el total de solicitudes completadas. En la expresión 1.1, los corchetes indican las unidades utilizadas para expresar las magnitudes; no designan sus fórmulas dimensionales.

$$E = PT,\ [P] = J/s,\ [E] = J \tag{1.1}$$

Ejemplo 1.1 - La misma energía, condiciones diferentes

En el primer escenario didáctico, un equipo transfiere 40 W durante 20 s: E=40×20=800 J. En el segundo, transfiere 80 W durante 10 s: E=800 J. La igualdad de las energías no hace iguales las potencias ni las duraciones. Tampoco determina qué instrucciones se ejecutaron, cuántas solicitudes terminaron o si se preservó una información. Los cálculos suponen potencia constante en cada escenario; una lectura aislada no demuestra esa constancia.

Elegir el nivel de descripción es indispensable. Podemos representar tensiones en componentes, estados de memoria, eventos de una aplicación u obligaciones organizacionales. Un modelo puede relacionar esos niveles, pero no debemos sustituirlos silenciosamente entre sí. Una oscilación de consumo puede motivar una investigación sin identificar su causa. Una secuencia de registros puede preservar una relación lógica sin medir directamente su manifestación eléctrica. Cada paso requiere una hipótesis y una forma de observación compatible.

El libro utiliza esta conexión entre materialidad y representación como una disciplina de razonamiento. No deduce una nueva ley física a partir de gráficos de utilización, ni reduce la historia de un sistema a una curva energética. Su problema es comprender cómo las transformaciones observadas, los registros y las relaciones pueden sustentar conclusiones sobre la continuidad. Los estudios cuantitativos presentarán explícitamente qué números son mediciones, cuáles son parámetros supuestos y cuáles se calcularon dentro de un modelo.

Un mismo proceso puede cambiar la condición física sin alterar la obligación externa. Sustituir un dispositivo de almacenamiento exige trabajo y modifica componentes, pero puede preservar íntegramente los registros definidos como esenciales. También es posible lo contrario: la máquina puede conservar apariencia y rendimiento mientras cambia el significado de un campo o pierde una relación histórica. Por eso, una ingeniería de la continuidad debe relacionar estado físico, representación lógica y compromiso, preservando las diferencias entre esas descripciones.

La adquisición de una magnitud física también tiene una frontera. La potencia de una computadora completa incluye componentes que pueden no participar directamente en la solicitud investigada. La energía de una ventana incluye actividades simultáneas y condiciones de fondo. Dividir ese total por el número de finalizaciones produce una razón posible, pero interpretarla como energía causada por cada solicitud exigiría controlar los demás componentes. La precisión de un cálculo dimensional no

elimina el problema de atribución. Medir una magnitud y explicar su origen son tareas relacionadas y distintas.

1.3 Snapshot, Frame Estructural y MovieShot

Una instantánea de estado responde a preguntas locales. ¿Cuánto se está utilizando? ¿Qué versión aparece instalada? ¿Hay un registro en este momento? Estas observaciones son útiles. Sin embargo, una pregunta sobre evolución exige relacionarlas: ¿la versión cambió antes o después de una falla? ¿El registro actual corresponde a la confirmación anterior? ¿El mismo nombre de indicador conserva su definición? La propuesta MovieShot, presentada por el autor, organiza la observación en torno a estas relaciones históricas [MAN].

La historia y el tiempo ya forman parte de áreas establecidas de la computación. Los logs, el rastreo distribuido, las bases temporales, las máquinas de estados y la especificación formal estudian secuencias, causalidad y transformaciones [L02, L78]. La contribución propuesta en este libro debe examinarse en ese diálogo. Su alcance es la continuidad de memoria, identidad, obligaciones y capacidad de evolución. Presentar una perspectiva propia no exige afirmar que toda la computación anterior ignoraba las historias.

Definición 1.2 - Frame Estructural y MovieShot

Un Frame Estructural es una observación contextualizada del sistema en el alcance declarado. Además de valores, su significado puede depender de referencia temporal, identidad observada, origen, condiciones de recolección y relaciones pertinentes. Un MovieShot es una representación organizada de Frames y de las relaciones declaradas entre ellos. El término identifica la propuesta observacional del autor; la suficiencia de esa representación depende de las preguntas y de la cobertura efectivamente obtenida.

$$\mathcal{M} = (F_0, F_1, \ldots, F_n) \quad (1.2)$$

En la expresión 1.2, los paréntesis indican una secuencia: la posición y la repetición importan. Un conjunto escrito solo entre llaves no preservaría necesariamente esas características. En un único observador, la secuencia puede seguir el orden de adquisición. Entre participantes distribuidos, puede haber solo un orden parcial. En ese caso, debemos declarar las relaciones conocidas y no

inventar un orden físico completo a partir de la posición de los registros. El Capítulo 2 formalizará esta distinción.

Una lista larga no se convierte en un MovieShot útil solo por acumular elementos. Si las unidades cambian sin indicación, se reutilizan identificadores o desaparecen lagunas de la presentación, una aparente continuidad puede reunir observaciones incompatibles. La calidad de la representación se examinará mediante propiedades: ¿qué preguntas permite responder? ¿En qué condiciones? ¿Qué alternativas siguen siendo posibles? Este compromiso observacional es más preciso que prometer una reproducción completa de todo lo que una máquina realizó.

El Tiempo Estructural de la propuesta describe la organización de las transformaciones relevantes. Un recuento de etapas puede indexarlas, pero no equivale a la duración física ni mide automáticamente la importancia del cambio. Dos sistemas pueden atravesar el mismo intervalo de reloj con cantidades y tipos diferentes de transformación. Para convertir esa diferencia en una magnitud comparable, será necesario elegir criterios de relevancia, dominio y escala. Los capítulos dedicados a las magnitudes tratarán esta construcción como parte de la investigación científica.

El término unidad observacional no debe confundirse con una unidad física mínima de la naturaleza. Un Frame puede ser suficiente para una pregunta e insuficiente para otra. Su composición científica debe acompañar el alcance: preservar una referencia de identidad puede importar en una migración; preservar la relación entre confirmación y escritura puede importar en una interrupción. La idea de un Frame mínimo solo adquiere sentido después de especificar qué distinciones deben permanecer. El tamaño de un registro o su frecuencia de producción no determina esa suficiencia.

1.4 El mismo presente puede ocultar historias incompatibles

Volvamos a la solicitud confirmada. La historia A recibe la solicitud, escribe el registro, confirma y sufre una interrupción. La historia B recibe, confirma antes de escribir, después escribe y sufre la misma interrupción. Tras la reanudación, ambas pueden presentar confirmación emitida y registro presente. Sin embargo, solo B atravesó un intervalo en el que la confirmación no tenía el respaldo exigido. El presente idéntico no decide esa propiedad histórica.

Proposición 1.2 - Un estado final no determina toda propiedad histórica

Si dos historias admitidas terminan en el mismo estado observado y una propiedad tiene respuestas diferentes en esas historias, ninguna función solo de ese estado observado decide correctamente la propiedad para ambas.

Demostración. La función recibe la misma entrada en los dos casos y, por definición de función, proporciona la misma respuesta. Como las respuestas correctas difieren, no puede coincidir con ambas. Para la solicitud, la propiedad es que toda confirmación haya ocurrido después de la escritura exigida. Las historias A y B descritas constituyen el par que sustenta el argumento. La conclusión es relativa a la observación elegida: añadir una información histórica pertinente puede distinguir el par.

Ejemplo 1.2 - Un compromiso que el estado final no prueba

Suponga que el informe final contiene solo a=1 y d=1. Es compatible con escribir→confirmar y también con confirmar→escribir. Bajo la obligación de escritura anterior a la confirmación, el primer encadenamiento es válido y el segundo no. Para investigar esta obligación, debemos preservar alguna distinción sobre la relación entre los eventos. El estado final demuestra, en el modelo, la presencia actual del registro; no determina el orden anterior.

Esta imposibilidad orienta una decisión de diseño observacional: conservar las distinciones necesarias, y no simplemente más números. Para algunas preguntas basta un indicador histórico bien definido. Para otras son necesarias relaciones entre eventos, versiones y entidades. El Capítulo 4 establecerá un criterio general de recuperación de propiedades. Aquí ya podemos reconocer el problema sin anticipar una arquitectura de almacenamiento.

El argumento también impide una conclusión exagerada. No demuestra que un estado sea inútil. Un estado suficientemente enriquecido puede contener memoria de las diferencias relevantes. Tampoco exige conservar todos los detalles físicos. La elección depende de la familia de preguntas que el sistema se compromete a responder. En ingeniería, una representación se evalúa con relación a una finalidad y a condiciones declaradas, no por una promesa abstracta de completitud.

Una obligación puede seguir siendo verdadera sin que el servicio avance. Si nunca hay confirmación, la condición confirmación implica registro puede satisfacerse indefinidamente mientras ningún usuario obtiene un resultado. Por tanto, preservación y progreso deben formularse por separado. La continuidad examinada en el

resto del libro incluirá tanto relaciones que no deben violarse como condiciones bajo las cuales el sistema debe seguir ofreciendo una función útil.

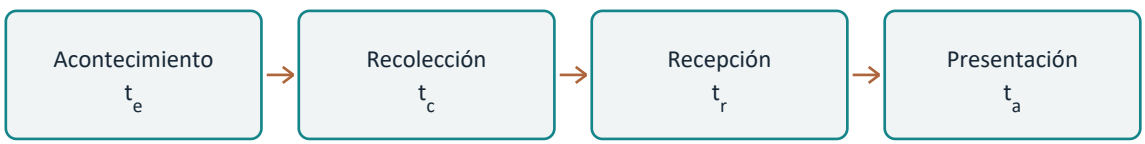
Una respuesta desconocida también necesita un lugar en la descripción. Si faltan registros entre dos observaciones, no debemos sustituir la laguna por una historia cómoda. Podemos afirmar lo que muestran los extremos y mantener abiertas las alternativas compatibles. Esta actitud no impide las decisiones operativas; permite que sus responsables sepan qué conclusiones dependen de una hipótesis. Cuando llega nueva evidencia, el argumento puede revisarse sin reescribir la naturaleza de los datos disponibles en el momento anterior.

1.5 Observar en vivo incluye retraso, cobertura y desconocimiento

La expresión en vivo suele sugerir acceso inmediato a lo que ocurre. Una observación real recorre un camino: el acontecimiento ocurre, un instrumento lo detecta, la información se transporta y una presentación la pone a disposición. Cada etapa tiene duración y condiciones de funcionamiento. Actualizar un panel con frecuencia no elimina ese camino. Para examinar la actualidad de una información, debemos distinguir sus instantes.

Definición 1.3 - Instantes de una observación

t_e es el instante del acontecimiento; t_c, el de la recolección; t_r, el de la recepción; t_a, el de la presentación. Para restar estos valores como duraciones, deben pertenecer a escalas comparables. La edad de la información en la presentación es $t_a - t_e$. Esa edad no demuestra que el estado haya permanecido igual durante el intervalo.



El instante de la lectura no sustituye al instante del acontecimiento.

Figura 1.2 - Acontecimiento, recolección, recepción y presentación son etapas distintas. Las distancias del dibujo son ilustrativas; no constituyen medidas de retraso.

Proposición 1.3 - Descomposición de la edad presentada

Si los cuatro instantes son comparables, la edad $t_a - t_e$ es la suma de los intervalos acontecimiento→recolección, recolección→recepción y recepción→presentación. Para interpretar cada término como duración no negativa del camino, también es necesario que los instantes estén en ese orden.

$$t_a - t_e = (t_c - t_e) + (t_r - t_c) + (t_a - t_r) \quad (1.3)$$

Demostración. Desarrollar el lado derecho cancela t_c y t_r, quedando $t_a - t_e$. Se trata de una identidad algebraica. Su interpretación como tres duraciones requiere el orden y la comparabilidad declarados. Si los valores proceden de relojes diferentes sin una relación conocida, la identidad numérica no proporciona, por sí sola, una edad física válida.

Ejemplo 1.3 - El estado presentado tiene edad

Un evento se sitúa en 10,00 s, se recoge en 10,20 s, se recibe en 10,65 s y se presenta en 10,80 s, en la misma escala. La edad es 0,80 s: 0,20+0,45+0,15. Un panel puede estar actualizándose ahora y presentar información sobre un acontecimiento anterior. El cálculo no determina qué ocurrió en los 0,80 s siguientes al evento; eso exigiría otras observaciones.

Cobertura y actualidad también son diferentes. Un instrumento puede presentar rápidamente solo parte de los eventos. Otro puede presentar una historia más completa con mayor retraso. Para una obligación, la prioridad puede ser una latencia baja; para otra, la preservación de relaciones y la declaración de lagunas. La ingeniería debe explicitar esta elección. El silencio del instrumento debe seguir siendo distinguible de la afirmación de que no ocurrió nada.

Los horarios con muchas cifras decimales pueden transmitir una confianza indebida. La incertidumbre de un reloj, el retraso de la recolección y la convención sobre el instante representado siguen existiendo incluso cuando la pantalla muestra microsegundos. El capítulo siguiente enseñará a obtener intervalos de duración cuando los errores tienen límites declarados. La cuestión inicial es preservar la información que hace posible ese cálculo. Un horario sin origen, escala ni significado puede ser menos útil que una marca más sencilla acompañada de sus condiciones.

1.6 Del programa de investigación a la práctica de ingeniería

El manifiesto proporciona una dirección: estudiar sistemas por su trayectoria y examinar lo que sigue siendo útil cuando cambian. Transformar esa dirección en un libro de ingeniería exige distinguir cuatro niveles. Las definiciones establecen los objetos. Las hipótesis delimitan los modelos. Las demostraciones deducen consecuencias de esas hipótesis. Los experimentos examinan si el modelo y las condiciones elegidas describen un dominio observado. La validez de un nivel no sustituye automáticamente la de los demás. El origen de este programa se presenta en el manifiesto fundacional de la Computación Estructural Temporal, en la monografía de principios y en los fundamentos de la Escuela Voigt [TSC; PRINC; ESC]. Estas fuentes documentan la propuesta y su evolución; no sustituyen las demostraciones y evaluaciones específicas de este libro.

Un procedimiento de estudio comienza por elegir una obligación y una frontera. Después identifica entidades, eventos, referencias temporales y observaciones. Formula una conclusión y busca una historia alternativa compatible con los mismos datos que la contradiga. Si esa alternativa existe, falta información o es necesaria una hipótesis adicional. Si una propiedad se demuestra en el modelo, la investigación todavía debe examinar si sus premisas corresponden al sistema real.

El compromiso científico de este libro es presentar la matemática de la propuesta de manera que pueda discutirse y verificarse. Las magnitudes del autor irán acompañadas de significado, dominio, unidades cuando estén definidas y estado de desarrollo. Una relación conceptual no se tratará como un instrumento ya calibrado. Una analogía física no se elevará a ley universal solo porque comparta una palabra con otra disciplina. Esta distinción da espacio a la evolución de la ciencia sin ocultar sus cuestiones abiertas.

Los ejemplos utilizan datos sintéticos para que los cálculos puedan reproducirse en papel. Cuando una conclusión exija medición, deberán especificarse el origen de los datos y el protocolo. El objetivo no es probar la calidad de un producto mediante un ejemplo escolar. Es formar a un lector capaz de reconocer un compromiso, construir un modelo, comprobar una deducción y evaluar la evidencia necesaria para trasladarla a una operación.

En los próximos capítulos, el lenguaje de estados y eventos permitirá formular invariantes y trayectorias. La medición conectará cambios con duraciones, acumulaciones e

incertidumbres. Las relaciones entre funciones y observaciones mostrarán qué propiedades siguen siendo recuperables. Esta base servirá a los problemas centrales de la obra: memoria, identidad, magnitudes estructurales, recuperación, gobernanza y estudios integradores. La continuidad se examinará mediante las relaciones que una ingeniería puede justificar a lo largo del cambio.

El recorrido de lectura alterna problema concreto, definición, deducción y examen de límites. En la primera lectura, el lector puede seguir la pregunta y rehacer los cálculos. En la segunda, debe comprobar dónde interviene cada hipótesis en la demostración. En la tercera, puede construir una alternativa que viole una condición y observar qué conclusión deja de ser válida. Este método acerca el estudio a la práctica de ingeniería: comprender una herramienta incluye reconocer su dominio, sus datos necesarios y la decisión que no puede justificar por sí sola.

La continuidad estructural se evalúa a lo largo de las transformaciones por el cumplimiento de las obligaciones declaradas de memoria, identidad e integridad, según un dominio, unas condiciones y una resolución temporal explicitados. Esta es la definición de trabajo examinada en el Capítulo 7. Persistir significa permanecer según un criterio; identidad reconoce compatibilidad con una referencia; integridad exige relaciones válidas; recuperación retorna a condiciones aceptables. Ninguna de estas afirmaciones, por separado, establece todo el compromiso de continuidad.

La propuesta dialoga con el conocimiento establecido. Los métodos formales ya tratan estados, invariantes y refinamiento [L02]; los sistemas dinámicos relacionan evolución, entradas y salidas [DYN11]. Las bases temporales distinguen la validez y el registro de los hechos [TDB00]. La proveniencia organiza origen y responsabilidad [PROV13], mientras que la telemetría reúne señales y contexto [OTEL]. La verificación de requisitos y la validación de uso ya forman parte de la ingeniería de sistemas [NASA16]. Los datos incompletos también reciben un tratamiento propio en confiabilidad [NREL]. La detección de anomalías depende del dominio y del contexto [ANOM09]; la predicción exige evaluación temporal [HA21]. Ya se han estudiado agentes con memoria y reflexión [GA23]. La información estadística y la medición tienen definiciones propias [IT16; VIM]. La contribución aquí propuesta consiste en organizar preguntas históricas, referencias y obligaciones de continuidad en un argumento auditable. Esta síntesis no demuestra prioridad de cada componente ni superioridad sobre alternativas. Demostrar un beneficio adicional exige comparaciones con enfoques igualmente instrumentados para las mismas preguntas.

1.E Ejercicios seleccionados

1.1 | Interpretación. Una aplicación se reinicia, vuelve a responder y no encuentra una solicitud confirmada antes de la falla. Formule dos obligaciones diferentes e indique qué información permitiría examinar cada una.

1.2 | Cálculo. Compare 50 W durante 12 s con 75 W durante 8 s. Calcule las energías bajo potencia constante y explique dos propiedades de la operación que esos totales no determinan.

1.3 | Demostración. Construya dos historias con el mismo estado final de confirmación y escritura, pero con órdenes distintos de esos acontecimientos. Muestre por qué el estado final no decide la propiedad escritura anterior a la confirmación.

1.4 | Investigación. Una información se presenta sin horario de recolección ni indicación de lagunas. Proponga una pregunta que aún pueda responderse y otra cuya respuesta exija contexto adicional. Explique por qué una actualización frecuente no resuelve por sí sola la segunda.

CAPÍTULO 02

Estados, eventos y tiempo

Una historia de ingeniería debe declarar qué puede cambiar, qué relaciones limitan el cambio y cómo interviene el tiempo en la conclusión.

Objetivos. Construir un modelo de estados, eventos y ejecuciones; demostrar un invariante e identificar una hipótesis que lo sustente; relacionar dependencias, concurrencia y límites de duración; separar duración, orden y contabilidad de presencia.

Requisitos previos. Problema de continuidad y observación contextualizada del Capítulo 1; conjuntos finitos, funciones, desigualdades e inducción explicada en el texto.

2.1 Una frontera transforma una situación en modelo

El problema de la solicitud confirmada involucra demasiados componentes para comenzar por toda la máquina. Elegiremos una descripción con cuatro variables: p indica trabajo volátil, d indica registro persistente, a indica confirmación emitida y q indica funcionamiento. Los tres primeros valores son binarios; q puede ser on u off. No son el contenido completo de una memoria. Son las distinciones que el modelo preserva para investigar una obligación específica.

Lea los símbolos como abreviaciones de ideas sencillas. Una tupla es una lista ordenada; cambiar la posición de sus elementos puede cambiar su significado. El símbolo × forma combinaciones y ⊆ se lee «está contenido en». Así, $R \subseteq X \times E \times X$ selecciona ternas admitidas: estado de partida, evento y estado de llegada. X_0 reúne los estados aceptados como inicio. La fórmula siguiente organiza estas elecciones; la tabla mostrará cómo utilizarlas.

Definición 2.1 - Sistema de transiciones

Un sistema de transiciones es una tupla $M=(X, E, R, X_0)$: X es el conjunto de estados, E el conjunto de eventos, $R \subseteq X \times E \times X$ una relación de transición y $X_0 \subseteq X$ el conjunto de estados iniciales. Una transición (x, e, y) permitida por R describe un cambio posible de x a y con el evento e. No atribuye, por sí sola, probabilidad ni duración.

$$X=\{0,1\}^3 \times \{on, off\},\ x=(p, d, a, q),\ X_0=\{(0,0,0, on)\} \quad (2.1)$$

El espacio tiene $2\times2\times2\times2=16$ descripciones posibles. Quizá algunas nunca se alcancen mediante las reglas elegidas. Es importante separar el espacio de valores de las ejecuciones admitidas. Un estado matemáticamente representable puede violar el contrato; eso no lo vuelve automáticamente imposible en el sistema real. Son las hipótesis sobre estado inicial y transiciones las que permitirán demostrar qué descripciones alcanza el modelo.

Evento	Condición	Cambio
recibir	q=on	p pasa a 1
escribir	q=on y p=1	d pasa a 1
confirmar	q=on y d=1	a pasa a 1
fallar	q=on	p pasa a 0; q pasa a off
reanudar	q=off	q pasa a on

Tabla 2.1 - Modelo didáctico de una única solicitud. Los componentes no mencionados permanecen iguales; no hay pérdida del registro persistente entre las transiciones admitidas.

La tabla especifica posibilidades para el estudio, no una implementación. El mismo evento puede ocurrir de nuevo cuando está habilitado. En este alcance, las repeticiones se refieren a la misma solicitud; distinguir múltiples solicitudes exigiría añadir identidades y población. La hipótesis de que la falla preserva d es decisiva y debe contrastarse con el tipo de almacenamiento y falla estudiados cuando se aplique el modelo.

La granularidad también importa. Tratar una escritura completa como una transición excluye de la descripción sus estados intermedios. Si una falla puede ocurrir dentro de ella y producir un resultado parcial, debemos ampliar el modelo. Llamar atómica a una transición significa una elección explícita de representación o un compromiso demostrado en otra capa; el adjetivo no crea una garantía material.

La frontera define además lo que llamamos estado persistente. Un registro reconocido por una aplicación puede depender de otro componente, cuya condición no está en X. Si la pregunta exige esa dependencia, será necesario incluirla o declarar el contrato externo supuesto. La precisión de un modelo pequeño proviene de esa

disciplina de delimitación. Añadir variables sin una pregunta no asegura una descripción más útil.

El conjunto E nombra acontecimientos, pero la relación R determina cuándo se admiten. La existencia de la palabra confirmar no permite aplicarla en cualquier estado. Una ejecución debe satisfacer cada condición en el punto en que utiliza el evento. Separar vocabulario y regla evita una confusión frecuente: un historial de nombres puede parecer plausible mientras omite las condiciones necesarias para su validez. Para comprobar una historia, el lector debe seguir los estados sucesivos y no limitarse a reconocer una secuencia familiar de operaciones.

2.2 Ejecuciones, prefijos e invariantes

Definición 2.2 - Ejecución y alcanzabilidad

Una ejecución finita es una secuencia $\rho=(x_0, e_1, x_1,\ldots, e_n, x_n)$, con x_0 inicial y cada transición perteneciente a R. Un prefijo termina en alguna etapa anterior de la misma ejecución. Un estado es alcanzable cuando es el último estado de una ejecución así definida. La ejecución de cero etapas ya alcanza el estado inicial.

Una ejecución preserva orden y repetición. Los eventos recibir, escribir y confirmar no forman solo un conjunto: intercambiar sus posiciones puede alterar su validez, y repetir uno de ellos puede importar para la pregunta. El orden de la secuencia representa una ejecución admitida por el modelo. Su duración solo aparecerá después de asociar referencias temporales a los acontecimientos.

La obligación confirmación exige registro puede escribirse $I(x)$: $a \le d$. Como los valores son binarios, $a=1$ exige $d=1$. Un invariante es una propiedad válida en todos los estados alcanzables. Las variables no necesitan permanecer constantes; lo que permanece es la verdad de la relación. Esta distinción permite razonar sobre transformación sin confundir preservación con inmovilidad.

Proposición 2.1 - Preservación por inducción

Si I es válida en los estados iniciales y toda transición desde un estado alcanzable con I verdadera conduce a un estado con I verdadera, entonces I es un invariante de M.

Demostración. Una ejecución sin transiciones termina en un estado inicial, en el que I es válida. Suponga I verdadera al final de cualquier ejecución de n etapas. Una

ejecución de n+1 etapas tiene un prefijo de n etapas; por la hipótesis de inducción, su último estado satisface I. La hipótesis sobre las transiciones preserva I en la etapa final. La inducción cubre todo número finito de etapas y, por tanto, todos los estados alcanzables.

Ejemplo 2.1 - El papel de la condición de confirmación

En el estado inicial, a=d=0. Recibir y reanudar no alteran a ni d. Escribir aumenta d sin aumentar a. Confirmar exige d=1; fallar preserva d y a. Por tanto, todas las transiciones preservan a≤d y la Proposición 2.1 demuestra el invariante. Si confirmar pasara a exigir solo p=1, la ejecución recibir→confirmar llegaría a a=1, d=0. Este contraejemplo muestra qué condición sustentaba la garantía.

Una demostración de este tipo presenta dos obligaciones: base y preservación. Una transición correcta no corrige una condición inicial incorrecta. Una condición inicial correcta no protege frente a una regla que destruya la propiedad. Muchas veces se necesita una relación auxiliar más fuerte para demostrar la preservación. Encontrar esa dificultad puede revelar información que el modelo todavía no distingue.

Seguridad y progreso requieren argumentos diferentes. La condición a≤d impide una confirmación sin registro; no obliga a que la solicitud termine. La secuencia recibir→fallar→reanudar puede repetirse sin escritura. La obligación de que toda solicitud admitida obtenga respuesta necesita hipótesis sobre fallas, planificación y entorno. Preservar un invariante no demuestra por sí solo que el servicio continuará cumpliendo su función.

Para una ejecución infinita, una propiedad de estado preservada en cada prefijo finito sigue siendo válida en cada posición de esa ejecución. Esto no añade una garantía de progreso. La frase siempre hay un registro cuando existe confirmación examina cada posición; la frase toda solicitud será respondida exige razonar sobre el futuro de la ejecución. Una condición sobre el cese de las fallas o la atención de las actividades habilitadas puede ser esencial para la segunda conclusión. Esta diferencia será importante cuando llamemos suficiente a una recuperación: debemos decir qué obligación restaura efectivamente.

Soluciones seleccionadas

Capítulo 1

Los textos siguientes reproducen las soluciones de la obra integral para los ejercicios incluidos en esta muestra.

Ejercicio 1.2

Los productos son 50×12=600 J y 75×8=600 J. La unidad es el julio porque W=J/s. La igualdad depende de las potencias constantes supuestas. No determina los horarios individuales de eventos ni la corrección de una confirmación; tampoco implica que la potencia máxima o la duración sean iguales.

Ejercicio 1.3

Las historias recibir→escribir→confirmar y recibir→confirmar→escribir pueden terminar con confirmación emitida y registro presente. La primera respeta la obligación de escritura anterior; la segunda la viola. Una función solo del estado final recibe la misma entrada, por tanto no decide correctamente las dos. La conclusión exige que ninguna otra información histórica esté disponible para la función.

Del problema inicial a la formalización

PUENTE EDITORIAL - FRAGMENTOS DEL CAPÍTULO 7

La apertura siguió una solicitud cuyo compromiso debe atravesar un cambio. El Capítulo 7 retoma esta pregunta: ¿qué debe seguir siendo recuperable y qué relaciones deben seguir siendo válidas? Este puente editorial presenta dos fragmentos de la obra integral, con explicaciones complementarias identificadas. El ejemplo es sintético; la tabla organiza conclusiones en el modelo. Ninguno de los dos constituye una prueba de producto.

El compromiso durante el cambio

Contexto editorial. Una memoria adecuada significa preservar respuestas a las preguntas declaradas en el dominio elegido. Identidad e integridad exigen criterios propios. Un hito es un punto de evaluación; verificar dos extremos no demuestra lo que ocurrió entre ellos.

Ejemplo resuelto 7.4 - Los extremos no agotan la evaluación

Un mantenimiento tiene tres hitos. En el primero, solicitud y política están relacionadas. Durante la migración, la solicitud sigue siendo accesible, pero su política deja de estar disponible. En el tercero, una copia permite recuperar la relación. Si el compromiso exigía identificar la política en los tres hitos, el resultado final no demuestra cumplimiento en el segundo. Si el compromiso contemplaba una indisponibilidad en aquel período, la conclusión será otra. La familia de preguntas, la obligación de acceso y el calendario deben preceder a la evaluación. Informar de la laguna local es suficiente; no es necesario atribuir una pérdida numérica a toda identidad ni afirmar que el incidente borró la historia.

Interpretación editorial

El ejemplo ilustra una distinción: recuperar una relación al final no prueba que estuviera disponible en el hito intermedio exigido. Tampoco demuestra pérdida de memoria cuando los datos necesarios simplemente dejaron de llegar al observador. El contrato debe separar información preservada, posibilidad de acceso y evidencia disponible. La sección 7.8 formaliza estos compromisos; su Proposición 7.5 depende de hipótesis propias de recuperación de registros y transporte semántico.

Fuente del fragmento: sección 7.7 de la obra integral, Ejemplo resuelto 7.4. Las explicaciones que rodean el recuadro se añadieron en esta prueba demostrativa.

¿Qué conclusión sustenta la evidencia?

CONTEXTO EDITORIAL PARA LA TABLA 7.1

La sección 7.8 fija un dominio no vacío H de historias admisibles, los hitos y el contrato. $C^{+}_{H}(h)$ es el compromiso en el destino: reúne la adecuación global de la memoria a las preguntas y las obligaciones de identidad e integridad de la historia h. Es un predicado lógico, sin puntuación numérica.

Una observación V produce la evidencia e. H_e reúne las historias de H compatibles con ella. En la tabla, $C^{+}H$ abrevia $C^{+}_{H}(h)$. Reducir H_e no demuestra una adecuación global de memoria que fallaba en el dominio H.

Casos compatibles con la evidencia	Conclusión en el modelo
H_e no vacío; todas las historias cumplen $C^{+}H$	Cumplimiento sustentado en el alcance considerado.
H_e no vacío; todas las historias violan $C^{+}H$	Violación sustentada en el alcance considerado.
H_e contiene cumplimiento y violación	Indeterminación: la observación no decide.
H_e vacío	Ningún caso compatible: revisar dominio, modelo de observación o evidencia.

Tabla 7.1 - Estados de la evaluación, manteniendo fijos el dominio y el compromiso. «Indeterminado» no es un tercer valor de la propiedad real; el vacío no autoriza a concluir satisfacción por verdad universal vacua.

Alcance de la clasificación

La propiedad en una historia completa es verdadera o falsa; la indeterminación describe la evaluación. Aplicar el cuadro al mundo real exige justificar el dominio y la fidelidad de la observación. La ausencia de historias compatibles requiere revisar el modelo o la evidencia. El juicio se limita a los hitos declarados; no garantiza intervalos no observados ni respuesta dentro de un plazo.

Fuente del fragmento: sección 7.8 de la obra integral, Tabla 7.1. Su función es distinguir verdad, evidencia y límites de inferencia. Este puente no sustituye las definiciones, la Proposición 7.5 ni su demostración.

Referencias de esta edición demostrativa

Fuentes efectivamente citadas en los fragmentos seleccionados. Las publicaciones del autor en repositorio, los documentos institucionales, la literatura técnica y la documentación de producto tienen naturalezas distintas. Un DOI identifica el registro y no constituye demostración ni validación independiente.

[MAN]VOIGT, Rafael Felippe. Manifesto da Engenharia da Continuidade Estrutural: A Fundação da Engenharia da Continuidade Computacional. Versión 1.0. Brasil, 2026. Manifiesto del autor. https://www.voigtcore.com.br/downloads/documentos/manifesto-engenharia-continuidade-estrutural.pdf

[L02]LAMPORT, Leslie. Specifying Systems: The TLA+ Language and Tools for Hardware and Software Engineers. Addison-Wesley Professional, 2002. Libro técnico; referencia para estados, acciones, invariantes y composición. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://lamport.azurewebsites.net/tla/book.html

[L78]LAMPORT, Leslie. Time, Clocks, and the Ordering of Events in a Distributed System. Communications of the ACM, v.21, n.7, p.558-565, 1978. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/time-clocks-ordering-events-distributed-system/

[DYN11]MIT OPENCOURSEWARE. Dynamic Systems and Control. 6.241J, 2011. Emilio Frazzoli y Munther Dahleh. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://ocw.mit.edu/courses/6-241j-dynamic-systems-and-control-spring-2011/

[TDB00]SNODGRASS, Richard T. Developing Time-Oriented Database Applications in SQL. Morgan Kaufmann, 2000. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://www2.cs.arizona.edu/~rts/tdbbook.pdf

[PROV13]W3C. PROV-DM: The PROV Data Model. Recommendation, 2013. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://www.w3.org/TR/prov-dm/

[OTEL]OPENTELEMETRY. Observability primer. Documentación oficial. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://opentelemetry.io/docs/concepts/observability-primer/

[NASA16]NASA. Systems Engineering Handbook. NASA/SP-2016-6105 Rev. 2. Sección 5, Product Realization. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://www.nasa.gov/reference/5-0-product-realization/

[NREL]NIST/SEMATECH. e-Handbook of Statistical Methods. Sección 8.1.3.1, Censoring. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://www.itl.nist.gov/div898/handbook/apr/section1/apr131.htm

[ANOM09]CHANDOLA, Varun; BANERJEE, Arindam; KUMAR, Vipin. Anomaly Detection: A Survey. ACM Computing Surveys, 41(3), art. 15, 2009. DOI 10.1145/1541880.1541882. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://arindam.cs.illinois.edu/papers/09/anomaly.pdf

[GA23]PARK, Joon Sung et al. Generative Agents: Interactive Simulacra of Human Behavior. UIST 2023. DOI 10.1145/3586183.3606763. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://research.google/pubs/generative-agents-interactive-simulacra-of-human-behavior/

[TSC]VOIGT, Rafael Felippe. TEMPORAL STRUCTURAL COMPUTING - Foundational Manifesto of a New Computational Category. Zenodo, 2026. Publicación del autor en repositorio. https://doi.org/10.5281/zenodo.20114016

[PRINC]VOIGT, Rafael Felippe. Fundamental Principles of Temporal Structural Computing - Establishing the Scientific Foundations of a New Computational Discipline. Zenodo, 2026. Publicación del autor en repositorio. https://doi.org/10.5281/zenodo.21268037

[ESC]VOIGT, Rafael Felippe. Foundations of the Voigt School of Temporal Structural Computing. Zenodo, 2026. Publicación del autor en repositorio. https://doi.org/10.5281/zenodo.20208382

[IT16]POLYANSKIY, Yury; WU, Yihong. Lecture Notes on Information Theory. MIT OpenCourseWare, 6.441, 2016. Entropía y distribuciones condicionales. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://ocw.mit.edu/courses/6-441-information-theory-spring-2016/pages/lecture-notes/

[VIM]JCGM. International vocabulary of metrology - Basic and general concepts and associated terms (VIM). 3. ed. JCGM 200:2012. Entradas 1.1 y 1.26. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012

[HA21]HYNDMAN, Rob J.; ATHANASOPOULOS, George. Forecasting: Principles and Practice. 3. ed. OTexts, 2021. Sección 5.10, Time series cross-validation. Referencia para la evaluación en orden temporal; los datos y la asociación de alertas de esta obra son didácticos. Consultado el 29 de octubre de 2026. https://otexts.com/fpp3/toolbox.html#time-series-cross-validation

MUESTRA DEMOSTRATIVA GRATUITA | 2026

¿Qué debe permanecer cuando un sistema cambia?

Un sistema puede seguir funcionando y perder relaciones esenciales para su historia. ¿Cómo reconocer esa pérdida? ¿Qué debe permanecer cuando cambian los componentes, las reglas y los modelos?

Esta obra presenta la propuesta de Ingeniería de la Continuidad Estructural y sus fundamentos en la Computación Estructural Temporal. Relaciona los estados, los eventos y las trayectorias con la preservación de la memoria, la identidad, la integridad y las obligaciones.

Las definiciones, proposiciones, demostraciones, ejemplos resueltos y ejercicios construyen un recorrido para investigadores, ingenieros, profesores y estudiantes. Los estudios abordan sistemas computacionales, infraestructura e inteligencia artificial, incluido el Capital Digital Acumulado. El lector aprende a examinar qué se ha preservado, qué se ha vulnerado y qué aún no permite concluir la evidencia.



Obra completa en portugués

ISBN 978-65-970107-0-7

Conozca la obra completa en portugués

Rafael Felippe Voigt

voigtcore.com.br/ciencia