

## Física en Campo Complejo

Manuel Alcantud Abellán: Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Zaragoza. Actualmente desarrolla su actividad profesional en la empresa Empresarios Agrupados, Madrid.

Mail: [malcantud@empre.es](mailto:malcantud@empre.es); Tef: 693039260. Artículo con Reg. PI: 09/396657.9/22

### RESUMEN

La formulación de la física está basada en el establecimiento de conceptos matemáticos que responden a la experimentación física, por ejemplo, el concepto de campo gravitatorio o campo electrostático generado por toda partícula, o teorías como la de la relatividad. En la física de campo complejo aquí planteada, se sigue un procedimiento diferente, de forma que se establece para toda partícula un contexto de campo complejo y es dentro de este contexto matemático donde se obtiene la formulación física de toda partícula de campo, definiendo conceptos como posición o interacción entre partículas, verificando que el resultado responde a la experimentación física. La formulación aquí planteada no parte de referencias o trabajos previos, por lo tanto, esta primera aproximación al concepto de física en campo complejo tendrá aciertos y posibles errores. El contexto matemático de la física en campo complejo debe ser entendido en todo su conjunto donde las diferentes partes que lo conforman están relacionadas entre sí, incluida la formulación y solución del mismo.

**Palabras clave:** campo evento, campo espacio, campo global, campo local, tiempo global, tiempo local, teoría relatividad, coeficientes de giro y traslación, transformación de base, coeficientes acoplados, formulación de posición, formulación de interacción, universo con forma cubica.

### Physics in Complex Field

#### ABSTRACT

The formulation of physics is based on the establishment of mathematical concepts that respond to physical experimentation, for example, the concept of gravitational or electrostatic field generated by every particle, or theories such as relativity. In physics in complex field discussed here, a different procedure is followed, so that a complex field context is established for every particle and it is within this mathematical context where the physic formulation of every field particle is obtained, defining concepts such as position or interaction between particles, verifying that the result responds to physical experimentation. The formulation proposed here does not start from references or previous works, therefore this first approach to the concept of physics in complex field will have successes and possible errors. The mathematical context of physics in complex field must be understood in its entirety where the different parts that make it up are related to each other, including its formulation and solution.

**Keywords:** event field, space field, global field, local field, global time, local time, rotation and translation coefficients, relativity theory, transformation of base, coupled coefficients, position formulation, interaction formulation, cubic shape of the universe.

## 1. Introducción

El trabajo que aquí se presenta, establece unos criterios básicos aplicables a la formulación que rige las leyes de la física entre partículas del universo, introduciendo cambios en la concepción de estas leyes.

Consideramos el universo, como el campo donde se mueven e interaccionan el conjunto de partículas elementales que lo conforman. La formulación de las leyes de la física, define el conjunto de fórmulas que determinan la posición e interacción entre partículas.

El primer criterio básico que asumimos es que el universo esta formulado en variables de espacio tiempo, con un instante inicial de formulación. Además de estas variables, hay que darle una identidad al concepto mismo de definición de partículas, que en nuestro caso lo asociamos a singularidades matemáticas en el campo complejo.

A partir de este primer criterio básico, estamos reduciendo el concepto mismo de universo a una formulación matemática con sus variables espacio tiempo y con un instante inicial de formulación. Esta formulación matemática del universo debe de estar implementada en un contexto externo a la misma, que identificaremos como exoporte del universo, el cual debe de tener una entidad diferente a la entidad matemática que en él se formula, es decir, no estará conformado en términos de variables de espacio tiempo, ni de partículas.

Por otra parte, el concepto de exoporte no puede ser ajeno al universo del que formamos parte, dado que, si bien la posición e interacción entre partículas queda definida por la formulación matemática en él sustentada, la entidad misma que conforma el exoporte podría estar presente y afectar al universo, aun considerando que esta entidad no pueda ser valorada o medida en términos tangibles de variables espacio tiempo.

Considerando el concepto de "forma" del universo como el volumen de espacio que lo conforma y lo acota, y asumiendo una entidad diferente del exoporte del universo, no podemos hablar de la forma del universo definida desde fuera del mismo, dado que no existe el concepto de espacio tiempo en el exoporte de formulación. Solo podemos hablar de la forma del universo desde dentro del propio universo del que formamos parte, mediante variables de espacio tiempo. Además, la forma del universo debe ser la misma desde cualquier punto para todo instante de tiempo, es decir toda partícula debe ser el centro del universo que desde ella se define, y por lo tanto podemos decir que toda partícula define en todo instante de tiempo un campo espacio tiempo diferente al de cualquier otra partícula no coincidente.

Al hablar del campo definido por toda partícula E en un instante de tiempo, debemos distinguir entre campo de interacción y campo observado. El campo de interacción es un campo de formulación y establece la posición de toda partícula N, formulada por la partícula E. El campo observado establece la posición de toda partícula N, a partir de la información que llega a la partícula E de formulación, mediante otras partículas moviéndose a velocidad crítica, es decir moviéndose a velocidad de la luz.

Al hablar del campo de interacción formulado por toda partícula E en un instante de tiempo (X), podemos plantearnos dos conceptos de campo. Un campo simultaneo, donde toda partícula N de campo define el mismo tiempo (X) que la partícula de formulación. Un campo no simultaneo, donde toda partícula N de campo define un tiempo  $(X+\Delta X)$  o  $(X-\Delta X)$  respecto el tiempo (X) de la partícula de formulación E.

Dado que hemos asumido un exoporte que no está conformado por variables espacio tiempo, no podemos hablar de un estado de tiempo (X) aplicable al conjunto de las partículas de un campo simultaneo, referenciado el valor de (X) a una referencia exterior, dado que no existe una referencia exterior sobre la que establecer dicho valor de tiempo. Por lo tanto, la variable de tiempo debe estar definida dentro de los criterios matemáticos que conforman la formulación del universo. La formulación y solución para diferentes estados de tiempo deben formar parte de un todo matemático implementado en el exoporte, difícil de interpretar desde dentro de la propia formulación de la que formamos parte.

En la formulación aquí planteada, toda partícula define un doble campo de formulación no simultaneo. Un campo exterior donde en un instante global (X) el punto de formulación define toda partícula según un tiempo global futuro  $(X+\Delta X)$ , y un campo interior donde el punto de formulación define toda partícula según un tiempo global pasado  $(X-\Delta X)$ . Además, el concepto de tiempo global (X) es un valor matemático asociado al radio de la singularidad de formulación, semejante a un círculo matemático.

El concepto de espacio entre dos partículas está relacionado con el concepto de tiempo. La formulación de campos no simultáneos aquí planteada considera una relación espacio tiempo no lineal, siendo la variable de espacio una transformación logarítmica del valor de ratio de tiempo entre partículas. El concepto de espacio global es una variable adimensional, y así podemos hablar de un universo estático conformado por puntos ficticios a modo de retícula, cuya posición ha permanecido estática e inalterada desde el instante inicial de formulación.

No podemos hablar de un concepto de universo en expansión en variable de espacio, dado que en el exoporte de formulación no existe el concepto mismo de espacio, y por lo tanto no existe una referencia de espacio exterior sobre la que medir dicha expansión.

Si podemos hablar de una expansión de tiempo global ( $\partial X$ ), como un valor de expansión matemática del radio de la singularidad de formulación, siendo esta variación la que define la derivada de toda variable de formulación.

Para entender el efecto observado de expansión del universo, consideremos que el campo observado por E en un instante de tiempo ( $X_E$ ), define la posición de toda partícula N en su campo interior según un tiempo pasado ( $X_N = X_E - \Delta X_{NE}$ ), y por lo tanto, define un factor de variación de tiempo ( $\partial X_N / \partial X_E < 1$ ), donde toda frecuencia de onda recibida desde N en el punto E, será proporcional a este factor de variación de tiempo, el cual depende de la posición y velocidad de traslación de las partículas E y N.

La transformación no lineal espacio tiempo, establece la formulación de interacción entre partículas definiendo el campo acoplado interacción y las fuerzas de interacción.

La formulación planteada introduce el concepto de una singularidad de referencia, conformada por la mitad de singularidades con masa negativa frente a las singularidades de campo con masa positiva. Esta singularidad de referencia es requerida en la definición del instante inicial de formulación y en la formulación de interacción entre partículas.

La formulación planteada define un escenario matemático donde se requiere establecer diferentes conceptos asociados a los campos de formulación, así como una nomenclatura de formulación simple y adaptada. Así, por ejemplo, se requiere hablar de vectores variable compleja orientados, donde la variable compleja se define según un eje real orientado según la línea de conexión entre la partícula de formulación con toda partícula de campo. Se establecen conceptos como campo de evento, cuya variable de evento es equivalente a la variable de tiempo global.

Se requiere establecer conceptos como el de campo de posición, equivalente al campo de espacio, pero dado como campo isométrico 3D, refiriéndonos al campo de espacio cuando operamos en un plano complejo 2D.

Se ha analizado la continuidad de las fronteras del universo, donde se obtiene una forma de universo como campo de posición 3D con forma de cubo, donde todo punto de formulación se localiza en el centro de dicho cubo. Este tipo de forma de universo parece estar de acuerdo con observaciones según diferentes referencias, por ejemplo, ver referencias #1 y #2.

En el desarrollo de este trabajo se incluyen ejemplos, que pueden ser útiles para entender los diferentes conceptos que en él se plantean.

Teniendo en cuenta todos estos conceptos, con otros varios que se incluyen en el desarrollo de este trabajo, se pide al lector que se anime leer este trabajo, con ánimo constructivo. Hay que considerar la necesidad de establecer los diferentes conceptos matemáticos y nomenclatura particularizada que al lector le pueden resultar poco familiares.

Introduction

The work presented here establishes some basic criteria applicable to the formulation that governs the laws of physics between particles in the universe, introducing changes in the conception of these laws.

We consider the universe as the field where the set of elementary particles that make it up move and interact. The formulation of the laws of physics defines the set of formulas that determine the position and interaction between particles.

The first basic criterion that we assume is that the universe is formulated in space-time variables, with an initial instant of formulation. In addition to these variables, we must give an identity to the concept of particles definition, which in our case we associate with mathematical singularities in the complex field.

Starting from this first basic criterion, we are reducing the concept of the universe to a mathematical formulation with its space-time variables and with an initial instant of formulation. This mathematical formulation of the universe must be implemented in an external context to it, which we will identify as exoporte of the universe, which must have a different entity from the mathematical entity that is formulated in it, that is, it will not be formed in terms of space-time variables, nor of particles.

On the other hand, the concept of exoporte cannot be alien to the universe of which we belong. The position and interaction between particles is defined by the mathematical formulation supported on the exoporte, but the exoporte entity could be present and affect the universe, even considering that this entity cannot be valued or measured in tangible terms of space-time variables.

Considering the concept of universe "shape" as the space volume that conforms and delimits it, and assuming a different entity of the exoporte of the universe, we cannot speak of a shape of the universe defined from outside of it, since in the exoporte does not exist the concept of space-time. We can only speak of a shape of the universe from inside of it where we form part of the universe formulation considering space-time variables. In addition, the shape of the universe must be the same from any point at every instant of time, that is, every particle must be the center of observation or definition of the universe that is defined from it, and we can say that every particle defines a space-time field different from that of any other non-coinciding particle.

When speaking of the field defined by every particle E at an instant of time, we must distinguish between the interaction field and the observed field. The interaction field is a formulation field and establishes the position of every particle N, formulated by the particle E. The observed field establishes the position of every particle N, from the information that reaches particle E of formulation, through other particles moving at critical velocity, that is, moving at the velocity of light.

When speaking of the field of interaction formulated by every particle E at an instant of time (X), we can consider two field concepts. A simultaneous field, where every field particle N defines the same time (X) as the formulation particle. A non-simultaneous field, where every field particle N defines a time  $(X+\Delta X)$  or  $(X-\Delta X)$  with respect to the time (X) of the formulation particle E.

Since we have assumed an exoporte that is not made up of space-time variables, we cannot speak of a time state (X) applicable to the set of particles in a simultaneous field, referencing the value of (X) to an external reference, given that there is no external reference on which to set that time value. Therefore, the time variable must be defined within the mathematical criteria that make up the formulation of the universe. The formulation and solution for different time states must be part of a mathematical whole implemented in the formulation exoporte, difficult to interpret from inside the formulation of which we belong.

In the formulation presented here, every particle defines a non-simultaneous double field of formulation. An exterior field where at a global time (X) the formulation point defines every field particle according to a future global time  $(X+\Delta X)$ , and an interior field where the formulation point defines every field particle according to a past global time  $(X-\Delta X)$ . In addition, the concept of global time (X) is a mathematical value associated with the radius of the formulation singularity, similar to a mathematical circle.

The concept of space between two particles is related to the concept of time. The formulation of the non-simultaneous fields proposed here considers a non-linear space-time relationship, being the global space variable a logarithmic transformation of the time ratio between particles. The concept of global space is a dimensionless

variable, and thus we can speak of a static universe made up of fictitious points as a grid, whose position has remained static and unchanged since the initial moment of formulation.

We cannot speak of a universe-expanding concept in a space variable, since in the exoporte there is no space itself, and therefore there is no an exterior space reference on which measure said expansion.

We can speak of a global time expansion ( $\partial X$ ), as the mathematical expansion of the formulation singularity radius and this time variation defines the derivative of any field variable.

To understand the observed expansion effect of the universe, let us consider that the field observed by E at an instant of time ( $X_E$ ), defines the position of every particle N in its interior field according to past time ( $X_N = X_E - \Delta X_{NE}$ ), and therefore defines a time variation factor ( $\partial X_N / \partial X_E < 1$ ). Every wave frequency received from N at the point E, will be proportional to this time variation factor, which depends on the position and translation velocity of the particles E and N.

The nonlinear space-time transformation establishes the formulation of the interaction between particles by the interaction coupled field and interaction forces.

The proposed formulation introduces the concept of a reference singularity, made up of half the singularities with negative mass versus the field singularities with positive mass. This reference singularity is required in the definition of the initial instant of formulation and in the formulation of interaction between particles.

The proposed formulation establishes a mathematical scenario where it is required to establish different concepts associated with the formulation fields, as well as the nomenclature used in the formulation to simplify said formulation as much as possible. Thus, for example, it is necessary to speak of oriented complex variable vectors, where the complex variable is defined considering a real axis oriented according to the line of connection of the point of formulation with any other field point. Concepts such as event field are established whose the event variable is equivalent to the global time variable.

It is necessary to establish concepts such as the position field, equivalent to the space field, but given as a 3D isometric field, referring to the space field when we operate in a 2D complex plane.

The continuity of the boundaries of the universe has been analyzed, where a cube-shaped 3D universe is obtained, where every formulation point is located in the center of said cube. This type of universe shape seems to agree with observations according to different references, see for example see references #1 and #2.

Examples are included in the development of the work, which can be useful to understand the different concepts that are formulated.

Taking into account all these concepts, with several others that are included in the development of this work, the reader is asked to be encouraged to read this work, with a constructive spirit. It should be take into account that it has been necessary to stabilizes different mathematical concepts and particularized nomenclature, which they can be unfamiliar for the reader.

## 2. Campo Complejo de Formulación

### 2.1 Nomenclatura de variable de campo complejo

Un sistema 2D del plano complejo está formado por un punto origen de coordenadas y dos ejes de orientación.

En un campo dado en un plano complejo, todo punto P está definido por un vector lineal  $\{X_P\}$  en un sistema 2D. En la formulación aquí planteada, este vector del campo complejo lo definimos según nomenclatura que puede diferir ligeramente a la utilizada habitualmente en variable compleja, así:

$$\{X_P\} \equiv (X_P) \cdot e^{i\varphi} \equiv (X_P) \cdot e^{i\varphi} \equiv X_P \cdot \cos(\varphi) + i \cdot X_P \cdot \sin(\varphi) \equiv X_{rP} + i \cdot X_{iP}$$

$$\{X_P\} \equiv \{X_{rP}, X_{iP}\} \equiv \{X_P \cdot \cos(\varphi), X_P \cdot \sin(\varphi)\}$$

(r)  $\Rightarrow$  Dirección real o radial; (i)  $\Rightarrow$  Dirección imaginaria o tangencial.

$(X_P) \equiv X_P \equiv |X_P| \Rightarrow$  Módulo o radio;  $(\varphi) \Rightarrow$  Argumento o ángulo de orientación en un sistema 2D.

Sea un vector lineal  $\{X_P\} \equiv (X_P) \cdot e^{i\varphi_P}$ , dado en un sistema de referencia, la proyección del vector  $\{X_P\}$  en otro sistema con eje real orientado con un ángulo  $(\varphi)$  respecto al eje real del sistema de referencia anterior, lo designamos según la nomenclatura siguiente:  $\{X_{P\varphi}\} \equiv \{X_P\} \cdot e^{i(\varphi_P - \varphi)} \equiv (X_P) \cdot e^{i(\varphi_P - \varphi)}$ . Si  $(\varphi \equiv \varphi_P) \Rightarrow \{X_{P\varphi}\} \equiv \{X_P\}$ .

Llamamos orientación principal  $(\mu)$  de un vector lineal  $\{X_P\}$ , al ángulo de orientación en donde el vector en el sistema orientado solo tiene componente real  $\Rightarrow \{X_{P\mu}\} \equiv \{X_{rP\mu}\} \equiv (X_P) \Rightarrow \{X_{iP\mu}\} \equiv 0$ .

Definimos el concepto de vector circular, asociado a un punto P del plano complejo. En un vector circular  $[X_P]$ , las partes reales e imaginarias representan valores constantes en el plano complejo. La proyección de un vector circular en todo sistema con orientación  $(\varphi)$  es un vector constante  $\Rightarrow [X_{P\varphi}] \equiv [X_P]; \forall \varphi$ . Toda operación con variable compleja (sumas, producto, etc.) aplica a todo vector circular de igual forma que a uno lineal.

### 2.2 Campo de evento global

Todo plano complejo de singularidades espacio-evento está asociado a una singularidad de formulación E, definida por su contorno singular (E) semejante a un círculo con centro en su punto central  $\langle E \rangle$ . Todo punto del contorno (E) localizado sobre su círculo según orientación global  $(\varphi)$  lo identificamos como  $(E_\varphi)$ .

El campo de evento global asociado a toda singularidad E, está acotado dentro de dos contornos circulares frontera dados por el propio contorno de formulación (E) y por el contorno de referencia (O). Entre ambos contornos frontera se localiza el punto central de toda singularidad  $\langle N \rangle$ . Los dos contornos frontera (E) y (O) son concéntricos  $\Rightarrow \langle O \rangle \equiv \langle E \rangle$ .

Todo campo complejo global de singularidades está definido (dado) en lo que llamamos variable de evento o como variable de espacio, siendo esta una transformación logarítmica de la variable de evento.

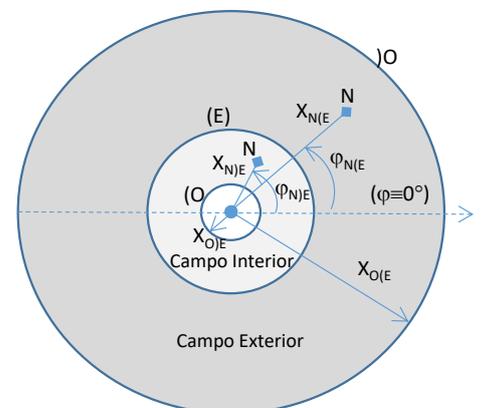
Todo vector del campo evento global está dado en un sistema global 2D, definido por un punto origen con centro  $\langle O \rangle \equiv \langle E \rangle$  y eje real según una orientación global  $(\varphi \equiv 0^\circ)$ . Definimos el sistema global orientado según toda orientación  $(\varphi)$ , al sistema con eje real según dicha orientación global.

El radio  $(X_E)$  de todo contorno singular (E), representa el valor de radio de evento global asociado a la singularidad E, en la unidad de evento establecida. Este radio de evento lo identificamos a su vez como valor de tiempo global asociado a dicha singularidad.

Por lo tanto, podríamos identificar el campo de evento global como campo de tiempo global. Mantenemos ambos conceptos, identificando tiempo global solamente con el valor escalar asociado al radio de evento.

Todo contorno de formulación (E), presenta una dualidad como contorno exterior '(E', o contorno interior ')E'. Todo contorno singular (N), está definido en la formulación de E a través de su punto central  $\langle N \rangle$ .

Se establece el campo 2D de evento global exterior de formulación E, donde la frontera interior del campo está dada por el contorno exterior '(E' con radio  $(X_{E(E)})$ , y la frontera exterior está dada por el contorno interior de



referencia 'O' con radio  $(X_{O(E)})$ , siendo  $\Rightarrow (X_{O(E)}) \gg (X_{E(E)})$ . Todo vector de campo exterior está definido desde su contorno exterior 'E'.

Entre los contornos frontera 'E' y 'O' se localiza todo punto central  $\langle N \rangle$  del campo exterior. Todo punto  $\langle N; \varphi \rangle$  del campo de evento exterior, está dado por un vector de evento global  $\{X_{N(E)}\}$ , con radio  $(X_{N(E)})$  y una orientación  $(\varphi = \varphi_{N(E)})$ . El vector  $\{X_{N(E)}\}$  dado en un sistema orientado según  $(\varphi = \varphi_{N(E)})$ , es  $\Rightarrow \{X_{N(E)\varphi}\} = (X_{N(E)})$ .

Se define el vector de evento relativo de  $\langle N; \varphi \rangle$  respecto del contorno (E) de formulación  $\{X_{NE(E)}\}$ , siendo:  $\{X_{NE(E)\varphi}\} \equiv (X_{N(E)}) - (X_E) \equiv (X_{NE(E)})$ . Denominamos campo de evento relativo al definido a partir de sus vectores de evento relativos.

Se establece el campo 2D de evento global interior de formulación E, donde la frontera interior del campo está dada por el contorno exterior de referencia 'O' con radio de evento global  $(X_{O(E)})$ , y la frontera exterior está dada por el contorno interior 'E' con radio  $(X_{E(E)})$ , siendo  $\Rightarrow (X_{E(E)}) \gg (X_{O(E)})$ . Todo vector de campo interior está definido desde su contorno interior 'E'.

Entre los contornos frontera 'O' y 'E', se localiza todo punto central  $\langle N \rangle$  del campo interior. Todo punto  $\langle N; \varphi \rangle$  del campo de evento interior, está dado por un vector de evento global  $\{X_{N(E)}\}$ , con radio  $(X_{N(E)})$  y una orientación  $(\varphi = \varphi_{N(E)})$ . El vector  $\{X_{N(E)}\}$  dado en un sistema orientado según  $(\varphi = \varphi_{N(E)})$ , es  $\Rightarrow \{X_{N(E)\varphi}\} = (X_{N(E)})$ .

En la formulación planteada, se establece un radio de evento uniforme exterior, interior  $\Rightarrow (X_E) \equiv (X_{E(E)}) \equiv (X_{E(E)})$ .

El módulo de todo vector de evento global exterior  $(X_{N(E)})$  o interior  $(X_{N(E)})$ , representa a su vez el radio de evento del contorno N y por lo tanto el instante de tiempo global en el que el contorno de formulación (E) define la singularidad N, en su campo exterior o interior.

En el campo de evento global exterior, el radio de evento  $(X_E \equiv X_{E(E)})$  representa el instante de tiempo global de la singularidad E de formulación, medido en la escala de tiempo considerada. El radio de evento global  $(X_{N(E)})$  de todo punto de campo N tiene un valor  $(X_{N(E)}) > (X_E) \Rightarrow$  todo punto de campo define un instante de tiempo futuro.

En el campo de evento global interior, el radio de evento  $(X_E \equiv X_{E(E)})$  representa el instante de tiempo global de la singularidad E de formulación, medido en la escala de tiempo considerada. El radio de evento global  $(X_{N(E)})$  de todo punto de campo N tiene un valor  $(X_{N(E)}) < (X_E) \Rightarrow$  todo punto de campo define un instante de tiempo pasado.

El concepto de radio de evento global lo identificamos con el concepto de tiempo global. Todo punto del campo exterior define un tiempo global futuro y todo punto del campo interior define un tiempo global pasado.

Toda variación del campo de evento global está dada respecto de una variación de expansión del radio de evento del contorno de formulación (E), donde el valor el radio se incrementa desde un instante de integración al siguiente  $(\partial X_E)$ , que a su vez representa la variación de tiempo global de formulación.

Todo campo de espacio-evento global exterior-interior está definido por su singularidad de formulación E. Toda singularidad N define su propio campo global, diferente al definido por E. Para que estos campos sean iguales, ambas singularidades deben de ser coincidentes.

Todo plano complejo definido por una singularidad E, está dado respecto de la singularidad O de referencia. La singularidad O representa una esfera con igual proyección en todo plano 2D. Se define un campo 3D, con proyección en todo plano complejo 2D.

### 2.3 Campo de espacio global

Todo campo de formulación espacio-evento, es un campo complejo 2D. Todo campo de evento  $\{X\}$  representa una transformación exponencial del campo de espacio  $\{D\}$  y, por lo tanto, el campo de espacio es una transformación logarítmica del campo de evento.

Todo campo complejo de espacio está constituido a partir de un campo de posición 3D. El campo de posición  $\{\lambda\}$ , es un campo relativo de rotaciones, con forma cubica, donde el contorno o punto de formulación se localiza en el centro del volumen cubico. Todo campo de espacio  $\{D\}$ , es un campo complejo 2D, constituido por los puntos dados en uno de los planos que pasan por el punto central del volumen cubico.

Así, para todo contorno (E) se define un vector de espacio global  $\Rightarrow \{D_E\} \equiv \eta \cdot \ln\{X_E\}$ , donde  $(\eta = \sqrt[3]{3 \cdot \pi / \psi})$  es un valor constante, siendo  $(\psi)$  una constante de formulación definida como ratio frontera.

El campo de espacio lo definimos como campo relativo orientado. Así, dado un contorno de formulación (E) y el vector de evento global de un punto  $\langle N:\varphi \rangle$  del campo exterior  $\Rightarrow \{X_{N(E)} \equiv (X_{N(E)} \cdot e^{\hat{i}}(\varphi)) \Rightarrow \{X_{N(E\varphi)} \equiv (X_{N(E)})$ , se define el vector del campo de espacio exterior:

$$\{D_{NE(E\varphi)} \equiv (D_{NE(E)} \equiv \eta \cdot \ln(X_{N(E)}) - \eta \cdot \ln(X_E) \equiv \eta \cdot \ln(X_{N(E)/X_E})$$

Todo vector no orientado  $\Rightarrow \{D_{NE(E)} \equiv \{D_{NE(E\varphi)} \cdot e^{\hat{i}}(\varphi) \equiv (D_{NE(E)} \cdot e^{\hat{i}}(\varphi) \equiv \eta \cdot \ln(X_{N(E)/X_E}) \cdot e^{\hat{i}}(\varphi)$

El vector del campo de espacio interior, se define de forma invertida respecto del campo exterior:

$$\{D_{NE(E\varphi)} \equiv (D_{NE(E)} \equiv -\eta \cdot \ln(X_{N(E)/X_E} \equiv \eta \cdot \ln(X_E/X_{N(E)}) \Rightarrow \{D_{NE(E)} \equiv \eta \cdot \ln(X_E/X_{N(E)}) \cdot e^{\hat{i}}(\varphi)$$

El campo de espacio es adimensional, independiente de la escala de evento, dado que está definido a partir de una relación entre radios de evento.

El campo de espacio es un campo relativo centrado en el contorno de formulación (E)  $\Rightarrow (D_{EE(E)} \equiv (D_{EE(E)} \equiv 0$ . El módulo de todo vector de espacio  $(D_{NE(E)})$ , representa una distancia entre el punto N y el punto E, medida en una escala adimensional de espacio.

El ratio frontera ( $\psi$ ) es una constante igual para todo contorno de formulación, definida por la relación entre los dos contornos frontera  $\Rightarrow \ln(X_{O(E)/X_E} \equiv (\psi); \ln(X_E/X_{O(E)}) \equiv (\psi)$ .

El campo de posición  $\{\lambda\}$ , al igual que el campo de espacio  $\{D\}$ , es un campo adimensional, que representa un campo de rotaciones en el campo de evento. Por ejemplo  $\Rightarrow \{\partial\lambda_E\} \equiv \{\partial D_E\} \equiv \eta \cdot \{\partial X_E\}/X_E$ .

## 2.4 Orientación de campo

El campo de espacio lo definimos sobre el plano complejo como campo relativo. El campo de espacio exterior-interior define una transformación logarítmica orientada del campo de evento exterior-interior.

El campo interior es el campo de interacción de todo contorno de formulación con todo contorno de campo, por lo tanto, es el campo físico en el que observa-interacciona todo contorno de formulación. El campo exterior es un campo auxiliar requerido en la formulación.

El campo de evento define una orientación global de formulación ( $\varphi$ ), que tomamos como orientación de referencia, siguiendo los criterios siguientes:

- Definimos con ' $E_\varphi$ ', a la formulación de (E) en el campo exterior según orientación global ( $\varphi$ ).
- Definimos con ' $^N E_\varphi$ ', a la formulación de (E) en el campo interior según orientación global ( $\varphi$ ).
- De forma genérica, definimos con ' $/E_\varphi$ ', a la formulación del contorno (E) tanto en su campo exterior como en su campo interior, según orientación global ( $\varphi$ ).

Dado un contorno de formulación (E) y un punto de campo N, toda orientación global exterior de punto ( $\varphi_{N(E)}$ ), la identificamos con el valor de orientación global relativa directa  $\Rightarrow (\varphi_{N(E)}) \equiv (\varphi_{NE(E)}) \equiv (\varphi_{N(E)}) - (\varphi_E)$ .

De forma invertida, toda orientación global interior de punto ( $\varphi_{N(E)}$ ), la identificamos con el valor de orientación global relativa opuesta  $\Rightarrow (\varphi_{N(E)}) \equiv (\varphi_{EN(E)}) \equiv (\varphi_E) - (\varphi_{N(E)})$ .

Toda orientación global relativa directa ( $\varphi_{NE}$ ), está definida desde E hacia N  $\Rightarrow (E \rightarrow N)$ . Toda orientación global relativa opuesta ( $\varphi_{EN}$ ), está definida desde N hacia E  $\Rightarrow (N \rightarrow E)$ .

La orientación observada, está asociada al campo de interacción, definido a su vez por el campo interior. En este campo interior, toda orientación relativa directa ( $\varphi_{NE(E)}$ )  $\Rightarrow (E \rightarrow N)$ , es una orientación opuesta a la orientación global interior de formulación  $\Rightarrow (\varphi_{N(E)}) \equiv (\varphi_{NE(E)}) + \pi$ .

Por lo tanto, en el campo exterior la orientación global relativa directa ( $E \rightarrow N$ ) es coincidente con la orientación global de formulación del punto ( $\varphi_{N(E)}$ ). Por contra, en el campo interior la orientación global relativa directa ( $E \rightarrow N$ ) es opuesta a la orientación global de formulación del punto ( $\varphi_{N(E)}$ ).

## 2.5 Campo relativo

Sea el vector de un punto  $\langle N:\varphi \rangle$  del campo relativo exterior formulado por (E). Llamemos  $\Rightarrow (\Delta X_{E\varphi}) \equiv \{X_{NE(E\varphi)}\} \equiv (X_{NE(E)})$ ,  $(\Delta D_{E\varphi}) \equiv \{D_{NE(E\varphi)}\} \equiv (D_{NE(E)})$ . Si consideramos  $(\Delta X_{E\varphi}) \rightarrow 0 \Rightarrow (\Delta D_{E\varphi}) \rightarrow 0$ .

El vector de espacio exterior  $(\Delta D_{E\varphi}) \equiv \{D_{NE(E\varphi)}\}$  tiene la misma orientación global que el vector  $(\Delta X_{E\varphi}) \equiv \{X_{NE(E\varphi)}\}$ , y está dado por la serie:  $(\Delta D_{E\varphi})/\eta \equiv \ln(1 + \Delta X_{E\varphi}/X_E) \equiv (\Delta X_{E\varphi}/X_E) - (\Delta X_{E\varphi}/X_E)^2/2 + (\Delta X_{E\varphi}/X_E)^3/3 + \dots$ . Considerando un valor infinitesimal  $(\Delta X_{E\varphi}) \rightarrow 0 \Rightarrow (\Delta D_{E\varphi})/\eta \equiv (\Delta X_{E\varphi}/X_E) \Rightarrow$  transformación conforme.

Todo vector de espacio, es un vector de campo relativo al contorno de formulación. El vector de espacio está dado como una transformación no lineal del vector de evento relativo, estableciendo una curvatura en la relación entre ambos campos de espacio-evento relativo.

Todo contorno de formulación (E) define una variación de radio de evento  $(\partial X_E)$  equivalente a la variación de tiempo global de formulación. De igual forma todo punto  $(E_\varphi)$  del contorno de formulación, define una variación de campo de evento relativo  $(\Delta X_{E\varphi})$ , que representa a su vez una variación tiempo global entre el punto  $(E_\varphi)$  y un punto próximo de campo  $\langle N:\varphi \rangle$ . Los variaciones  $(\partial X_E)$ , y  $(\Delta X_{E\varphi})$  aun siendo conceptos diferentes, representan valores de tiempo global equivalente.

## 2.6 Coefficientes de variación

Toda singularidad E de formulación, está definida por su contorno singular (E) como círculo con punto central  $\langle E \rangle$ , definiendo  $(E_\varphi)$  a todo punto del contorno localizado según orientación  $(\varphi)$ . Todo punto  $(E_\varphi)$  define una rotación de campo según orientación global  $(\varphi) \Rightarrow \{\partial \delta_{E\varphi}\} \equiv \{\partial X_{E\varphi}\}/(X_E)$ , siendo  $\Rightarrow \{\partial \delta_{E\varphi}\} \equiv [\partial \delta_E] - \{\partial D_{E\varphi}\} \Rightarrow \{\delta'_{E\varphi}\} \equiv \{\partial \delta_{E\varphi}\}/(\partial X_E) \equiv [\delta'_E] - \{D'_{E\varphi}\}$ . Todo contorno define una rotación circular de giro y a una rotación lineal de traslación, obtenidas como  $\Rightarrow [\partial \delta_E] \equiv \frac{\eta}{2\pi} \oint (\{\partial X_{E\varphi}\}/X_E) \cdot \partial \varphi$  ;  $\{\partial D_E\} \equiv \frac{\eta}{2\pi} \oint (\{\partial X_{E\varphi}\} \cdot e^{i\varphi}/X_E) \cdot \partial \varphi$

Las variaciones de giro de todo contorno (E), están relacionadas con la formulación de interacción, y las variaciones de traslación están relacionados directamente con la formulación de posición.

Toda rotación lineal  $\{\partial D_{E\varphi}\}$ , está asociada a una variación de traslación del punto central  $\langle E \rangle$  del contorno, definiendo un valor negativo de variación de radio  $\{\partial X_{E\varphi}\}$ .

El campo de espacio es un campo relativo. La variación en el campo de espacio de un punto N respecto del contorno de formulación (E), está dada por las rotaciones relativas de traslación entre sus puntos centrales.

Toda singularidad E define un coeficiente adimensional de traslación  $\{C_E\}$  en el campo de evento global  $\Rightarrow \{C_E\} \equiv \{\Delta X_E\}/(\partial X_E) \Rightarrow \{\partial D_E\}/(\partial X_E) \equiv \eta \cdot \{C_E\}/(X_E)$ . El módulo está acotado  $\Rightarrow (0 \leq (C_E) < 1)$ .

El coeficiente de traslación en el campo de posición 3D lo identificamos como  $\{V_E\}$ , que proyectado en el plano complejo de formulación define el vector  $\{C_E\}$ . Por lo tanto, en la formulación identificamos como  $\{V_E\}$  al coeficiente de traslación en el campo de posición 3D y  $\{C_E\}$  al coeficiente de traslación proyectado en un plano complejo 2D.

El coeficiente de traslación  $\{V_E\}$  difiere del concepto clásico de velocidad  $\{v_E\} \Rightarrow (v_E)/(v_{cr}) \equiv (V_E)$ . Siendo  $(v_{cr})$  el valor de velocidad de traslación medido a velocidad crítica  $(V) \equiv 1$ .

Toda rotación circular  $[\partial \delta_E]$  está asociada a un giro del contorno alrededor de su centro  $\langle E \rangle$ . La componente real del vector de giro  $[\partial \delta_{rE}]$  define una variación del radio del contorno. La componente imaginaria  $[\partial \delta_{iE}]$  define un giro del contorno sin variación de radio.

Se define un coeficiente adimensional de giro  $[G_E]$ , como vector circular  $\Rightarrow [\partial \delta_E]/(\partial X_E) \equiv \eta \cdot [G_E]/(X_E)$ .

Todo coeficiente de giro define un plano de giro, con un vector director en el campo de posición 3D en dirección normal (perpendicular) a dicho plano de giro.

El giro del contorno O de referencia, tiene solo componente real  $\Rightarrow [\partial \delta_{rO}] \equiv [\partial \delta_O]$ , con sentido de giro negativo respecto del giro  $[\partial \delta_{rN}]$  de todo contorno N. El coeficiente de traslación de O es nulo  $\Rightarrow \{C_O\} \equiv 0$ .

La variación imaginaria de giro de todo contorno N define una frecuencia de giro alrededor de su centro  $\langle N \rangle \Rightarrow (\omega_N) \equiv [G_{iN}]/(r_N)$ . Definimos  $(r_N)$  como radio de giro de interacción del contorno N.

La componente real del coeficiente de giro  $[G_{rE}]$ , define el concepto de masa de la singularidad. Todo coeficiente es de signo (+), excepto el coeficiente  $[G_O]$  de referencia con signo (-).

La componente imaginaria del coeficiente de giro  $[G_{iE}]$ , define el concepto de carga eléctrica de la singularidad. El valor de  $(G_{iE})$  puede ser de signo  $(\pm)$ , siendo  $[G_{i0}] \equiv 0$ .

La singularidad de referencia 0, está conformada por un conjunto de singularidades que define  $\frac{1}{2}$  de la masa total de formulación. En el instante inicial de evento, estaría en equilibrio la masa  $(+)$  y  $(-)$  y carga eléctrica  $(+)$  y  $(-)$ . El coeficiente  $[G_0]$  representa la mitad de masa  $(-)$ , frente la otra mitad dada por  $[G_{rE}]$  y  $\sum [G_{rN}]$  de masa  $(+)$ .

La carga eléctrica de la singularidad de referencia es nula  $[G_{i0}] \equiv 0$ , dado a que la mitad de las singularidades que la definen tienen carga  $(+)$  y la otra mitad  $(-)$  siendo nula su suma. De igual forma la mitad de las singularidades de campo serán de carga  $(+)$  y la otra mitad  $(-)$ .

El valor de masa asociada a toda singularidad N, es proporcional a su coeficiente de giro en dirección real  $\Rightarrow (m_N) \equiv k \cdot [G_{rN}]$ , donde  $(k)$  es una constante dada por la escala de la unidad de masa.

Todo coeficiente de giro es un valor adimensional, dado respecto de un coeficiente de referencia unitario  $[G_u] \equiv 1$ . El otro coeficiente de referencia es el coeficiente  $[G_0]$ . Ambos coeficientes de referencia, son valores establecidos en el instante inicial de formulación, y su valor es constante e igual para todo contorno de formulación. Ambos coeficientes de referencia definen la constante del ratio frontera  $(\psi)$ , desde el instante inicial de formulación.

De acuerdo al concepto de distribución de masa con giro  $(+)$  y  $(-)$ , se deduce que la formulación planteada para todo campo  $(+)$  con contorno de referencia  $(-)$ , se puede plantear igualmente en su forma inversa. Por lo tanto, se puede hablar de la existencia de un universo  $(+)$  y un universo inverso  $(-)$ .

## 2.7 Condición frontera del campo de evento global

El campo de evento global definido por todo contorno de formulación (E) está acotado dentro de sus dos contornos frontera. El campo de evento global exterior está acotado por su frontera interior de radio  $(X_E) \equiv (X_{E(E)})$  y frontera exterior  $(X_{0(E)})$ . En el campo interior por su frontera interior  $(X_{0(E)})$  y frontera exterior  $(X_E) \equiv (X_{E(E)})$ .

En el campo de evento exterior, los radios de evento de los contornos frontera y sus variaciones, son proporcionales a los dos coeficientes de referencia. En el campo interior, los radios de evento de los contornos frontera y sus variaciones, son inversamente proporcionales a los dos coeficientes de referencia.

En el campo de evento exterior  $\Rightarrow (\partial X_{0(E)})/(\partial X_E) \equiv (X_{0(E)})/(X_E) \equiv [-G_0]/[G_u]$ . En el campo de evento interior  $\Rightarrow (\partial X_{0(E)})/(\partial X_E) \equiv (X_{0(E)})/(X_E) \equiv [G_u]/[-G_0]$ .

El ratio frontera  $\psi \equiv \ln(X_{0(E)}/X_E) \equiv \ln([-G_0]/[G_u]) \equiv \ln(X_E/X_{0(E)}) \equiv -\ln([G_u]/[-G_0])$ , es un valor constante igual para todo contorno de formulación, establecido en el instante inicial de formulación.

La condición frontera indicada, está dada en una escala de evento uniforme, donde el radio de evento y su variación definen un mismo valor de campo interior-exterior  $\Rightarrow (X_E) \equiv (X_{E(E)}) \equiv (X_{E(E)}) \Rightarrow (\partial X_E) \equiv (\partial X_{E(E)}) \equiv (\partial X_{E(E)})$ .

## 2.8 Campo de base

Dado un contorno de formulación (E) y un contorno interior N, definimos un campo de base N, como un campo relativo local de interacción, definido por N como campo exterior y formulado por E como campo interior. Todo campo de base N, define variaciones factorizadas al contorno de referencia 0.

Todo campo de base N, define un coeficiente de expansión de base  $([g_{N/E}] \equiv (\mathfrak{g}_{N/EN}) \cdot [G_{rN/E}]/[-G_0])$ , dado por la componente real del coeficiente de giro de la singularidad de base N, factorizado al coeficiente 0 de referencia. El valor de  $[g_{N/E}]$  es infinitesimal, al ser  $[G_{rN/E}] \ll [-G_0]$ . El contorno de referencia, define un campo de base 0 con coeficiente de expansión de valor unitario  $\Rightarrow [g_{0/E}] \equiv [G_{r0}]/[G_0] \equiv 1$ .

El coeficiente de giro  $[G_N]$ , define un plano de giro en el campo de posición 3D que identificamos como plano de expansión de base. Este plano define un vector director normal a dicho plano. El valor de  $0 \leq (\mathfrak{g}_{N/EN}) \leq 1$ , está dado por el seno del ángulo formado entre el vector director 3D asociado a  $[G_N]$  y la dirección de la línea de conexión EN, es decir, tendrá un valor unidad si la línea de conexión EN está contenida en el plano de giro. Por lo general, al referirnos al coeficiente de giro de un punto, consideramos que está definido por un conjunto de singularidades coincidentes en el punto, por lo que se puede asumir un mismo vector director en toda dirección, tomando un valor uniforme  $\Rightarrow (\mathfrak{g}_{N/EN}) \equiv 1$ .

Todo punto del campo de base N, tiene una misma velocidad de traslación de campo  $\{V_N\}$ . Todo campo de base N, define un factor de escala por traslación de base  $(J_N)$ , función del coeficiente de traslación  $\Rightarrow (J_N) \equiv 1/\sqrt{1 - V_N^2}$

El producto  $[g_N] \cdot (J_N)$  define un factor de tamaño de campo y de variación de evento de base, respecto del tamaño y variación de evento global unitario de referencia. Obsérvese que todo coeficiente de expansión de base  $[g_{N/E}]$ , tiene sentido de giro opuesto respecto del coeficiente de expansión global de referencia  $[g_{O/E}] \equiv 1$ , por lo tanto, si el coeficiente global implica una expansión de campo, todo coeficiente  $[g_N]$  implica una contracción de campo.

Identificamos con  $/EN$ , a todo vector en el campo de base N formulado por E. Así, el vector de posición de un punto P del campo de base N formulado por E, lo identificamos como  $\Rightarrow (R_{P/EN}) \equiv (X_{PN/E}) / (X_E)$ , dado por el vector de evento relativo de P al punto origen de base  $\langle N \rangle$ , factorizado al radio de evento de referencia  $\Rightarrow (X_E) \equiv (X_{EO})$ . Todo vector de posición  $(R_{P/EN})$ , es un vector relativo al punto  $\langle N \rangle$  origen de base.

Todo campo de base define un campo relativo espacio-evento asociado, donde el campo de espacio está definido como transformación logarítmica del campo de evento. De forma similar, en el campo global, el punto E define la transformación  $\Rightarrow \{D_E\} \equiv \eta \cdot \ln\{X_E\}$ . Esta transformación no lineal espacio-evento define una curvatura en el punto E de formulación, hacia el punto origen de campo. Así en el campo global se define derivadas sucesivas de la transformación de campo en el punto E de formulación:  $(1/X_E), (-1/X_E^2), \dots$

Al igual que  $(X_E)$  es el radio de evento de E en el campo global, el punto E de formulación define un radio de evento relativo en base local N  $\Rightarrow (R_{E/EN}) \equiv (X_{EN/E}) / (X_E)$ . Considerando la transformación espacio-evento, en el campo relativo de base N, el punto E define derivadas espacio-evento, tipo:  $(1/R), (-1/R^2), \dots$

La derivada primera de tipo  $(1/R)$ , define un concepto de rotación de base, sobre la que se establece la formulación de interacción. Esta primera derivada representa un valor de potencial del campo de base N en un punto situado a una distancia R del punto origen de base  $\langle N \rangle$ .

Así, definimos el potencial del punto E en el campo base de N  $\Rightarrow (\Phi_{E/EN}) \equiv [g_{N/E}] / (R_{E/EN})$ . De igual forma, todo punto de campo P define un potencial de base  $/EN \Rightarrow (\Phi_{P/EN}) \equiv [g_{N/E}] / (R_{P/EN})$ , siendo  $(\Phi_{O/EO}) \equiv 1$ .

La derivada segunda de tipo  $(-1/R^2)$ , establece la ecuación de fuerzas en la formulación de interacción del punto de formulación E. El punto E define un factor de curvatura en el campo de base  $\Rightarrow (\chi_{E/EN}) \equiv -[g_{N/E}] / (R_{E/EN})^2$ .

Todo campo de base N formulado por E, define el radio de giro de interacción  $(r_{N/E})$  asociado al contorno N. El radio  $(r_{N/E})$  representa un contorno, frontera de N en su campo exterior, proyectado por E en su campo interior.

El radio de giro de interacción  $(r_{N/E})$ , es proporcional al radio de evento  $(X_{N/E})$  con el que N es formulado por E en su campo de evento interior, y al producto del coeficiente de expansión de base por el factor de escala por traslación  $\Rightarrow (r_{N/E}) \equiv (J_{N/E}) \cdot [g_{N/E}] \cdot (X_{N/E})$ . El radio de giro de interacción  $(r_{N/E})$  es un valor infinitesimal, excepto cuando N se traslada con velocidad crítica  $(V_N \equiv 1) \Rightarrow (J_N) \equiv 1 / \sqrt{1 - V_N^2} \rightarrow \infty$

## 2.9 Plano complejo de formulación

El campo de posición  $\{\lambda\}$ , es un campo 3D relativo de rotaciones, con forma cubica, donde el contorno o punto de formulación E se localiza en el centro del volumen cubico.

El vector de posición de todo punto de campo P, se puede expresar en un sistema cartesiano global proyectado  $(x,y,z) \Rightarrow \{\lambda_{PE/E}\} \equiv \{\lambda_{XPE/E}, \lambda_{YPE/E}, \lambda_{ZPE/E}\}$ , o en un sistema esférico orientado  $(s,\alpha,\beta)$ , donde la componente según dirección (s) define el módulo o distancia  $\Rightarrow \{\lambda_{SPE/E}\} \equiv (\lambda_{PE/E})$ , y los dos ángulos esféricos  $(\alpha, \beta)$ , definen la orientación del vector director  $\{\lambda_{SPE/E}\}$ , respecto de la orientación cartesiana  $(x,y,z)$ .

Definimos como plano complejo de formulación, a un plano del campo 3D de posición, sobre el que operamos en variable compleja. Dentro de estos planos de formulación identificamos:

- Plano complejo de expansión de base, asociado al plano que define el coeficiente de giro de todo contorno de base N, con el que interacciona el contorno E de formulación.
- Plano complejo de traslación de base. Todo plano complejo de traslación pasa por el punto E de formulación, y su orientación queda definida por dos vectores directores, uno asociado al punto E de formulación, y otro asociado al vector director del coeficiente de traslación  $\{V_N\}$  de base N.
- Plano complejo de formulación de posición, para realizar la formulación de posición en un plano 2D.

Toda formulación de espacio-evento, se establece sobre un plano complejo de formulación, en donde la orientación de un punto de campo P, queda definida por un ángulo de orientación  $(\varphi \equiv \varphi_{P/E})$ , dado respecto de un ángulo de referencia  $(\varphi \equiv 0)$ .

### 2.10 Transformación de evento por traslación de base

Sea un punto E de formulación, y un campo de base N con coeficiente por traslación de base  $\{V_N\}$  en el campo 3D de posición  $\{\lambda\}$ . El coeficiente de traslación  $\{V_N\}$  define un vector director de traslación de base N.

El punto E define un vector director  $\{s\}$  para toda orientación de posición (s). Se define un plano complejo orientado de traslación de base, que contiene los dos vectores directores  $\{s\}$  y  $\{V_N\}$ . En este plano complejo orientado, está incluido el vector de traslación de base, por lo que se cumple  $\Rightarrow \{C_N\} = \{V_N\}$ .

Toda orientación (s) de posición, define una orientación en el plano complejo  $(\varphi) \Rightarrow (s \Leftrightarrow \varphi)$ , y el coeficiente de traslación de base  $\{C_N\}$ , define una orientación principal  $(\mu) \Rightarrow \{C_{N\mu}\} = \{C_N\}$ .

En este plano complejo orientado, definimos la variación de evento local por traslación de base /EN, del punto de formulación E en el campo de base N, según toda orientación global  $(\varphi) \Rightarrow \{\partial Y_{E/EN\varphi}\} = \{1 - \{C_{N/E\varphi}\}\} \cdot \{\partial X_E\}$ . Dada por la variación circular de expansión global y la variación lineal de traslación.

Para el caso de variaciones respecto del contorno de referencia /EO, se invierten los términos, siendo  $\{C_E\}$  la velocidad de traslación de base, permaneciendo fijo el contorno de referencia. Así, para toda orientación global  $(\varphi)$ , se define  $\Rightarrow \{\partial Y_{E\varphi}\} = \{\partial Y_{E/EO\varphi}\} = \{1 - \{C_{E\varphi}\}\} \cdot \{\partial X_E\}$ .

Toda orientación global  $(\varphi)$ , define una orientación local de traslación  $(\xi)$ , una orientación local opuesta  $(\xi^*)$  y una orientación global opuesta equivalente  $(\varphi^*)$ , siendo  $\Rightarrow (\xi) = (\varphi) + (\Delta\varphi)$ ;  $(\xi^*) = (\xi) + \pi$ ;  $(\varphi^*) = (\xi^*) + (\Delta\varphi)$ .

La rotación de orientación  $(\Delta\varphi)$ , está definida según orientación global  $(\varphi) \Rightarrow (\Delta\varphi) = \text{atan}(-C_{N/E\varphi} / (1 - C_{N/E\varphi}))$ .

Toda orientación opuesta equivalente cumple la condición  $\Rightarrow \{1 - \{C_{N/E\varphi}\}\} \cdot \{1 - \{C_{N/E\varphi^*}\}\} = (1 - C_{N/E}^2) = (1 - V_{N/E}^2)$ .

Ejemplo:  $\{C_{N/E\varphi=0^\circ}\} = 0.6 \Rightarrow \mu = 0^\circ$ ;  $(\varphi) = 28.693^\circ \Rightarrow (\Delta\varphi) = \text{atan}(-0.6 \cdot \sin(0 - \varphi) / (1 - 0.6 \cdot \cos(0 - \varphi))) = 31.3^\circ$ ;  $(\xi) = 60^\circ$ ;  $(\xi^*) = 240^\circ$ ;  $(\varphi^*) = 271.3^\circ \Rightarrow \{1 - \{C_{N/E\varphi}\}\} \cdot \{1 - \{C_{N/E\varphi^*}\}\} = \{1 - 0.526, -0.288\} \cdot \{1 - 0.013, 0.5998\} = (0.4737 - i \cdot 0.288) \cdot (0.9864 + i \cdot 0.5998) = 0.64 = 1 - 0.6^2$ .

Definimos la transformación escalada por traslación de base  $\Rightarrow \{\partial Y_{E/EN\varphi}\} = (J_{N/E}) \cdot \{1 - \{C_{N/E\varphi}\}\} \cdot \{\partial X_E\}$ . Donde  $(J_{N/E})$  define el factor de escala por traslación de base.

Definimos la transformación escalada inversa, dada por la misma transformación por traslación, pero formulada según orientación global opuesta equivalente  $(\varphi^*) \Rightarrow \{\partial X_E\} = (J_{N/E}) \cdot \{1 - \{C_{N/E\varphi^*}\}\} \cdot \{\partial Y_{E/EN\varphi}\}$ .

El factor de escala  $(J_{N/E})$ , representa el valor requerido para que se cumpla la condición de transformación inversa:

$$\{(J_{N/E}) \cdot \{1 - \{C_{N/E\varphi}\}\}\}^{-1} = \{(J_{N/E}) \cdot \{1 - \{C_{N/E\varphi^*}\}\}\} \Rightarrow 1 = (J_{N/E})^2 \cdot \{1 - \{C_{N/E\varphi}\}\} \cdot \{1 - \{C_{N/E\varphi^*}\}\} \Rightarrow (J_{N/E}) = 1 / \sqrt{1 - V_{N/E}^2}$$

Para las variaciones de referencia /EO  $\Rightarrow (J_E) = (J_{O/E}) = 1 / \sqrt{1 - V_E^2}$ . Siendo  $\Rightarrow \{\partial Y_{E\varphi}\} = (J_E) \cdot \{1 - \{C_{E\varphi}\}\} \cdot \{\partial X_E\}$ .

Definimos el plano complejo principal de traslación, que contiene los vectores  $\{V_E\}$  y  $\{V_N\} \Rightarrow \{C_E\} = \{V_E\}$ ,  $\{C_N\} = \{V_N\}$ .

En este plano complejo principal se define un coeficiente local de traslación '/EN', según orientación local  $(\xi) \Rightarrow \{U_{E/EN\xi}\} = (U_{E/EN})$ . Toda orientación local  $(\xi)$  se proyecta según orientación global  $\Rightarrow (v) = (\xi) + (\Delta\varphi)$ , y de igual forma se proyecta el coeficiente local de traslación  $\Rightarrow \{U_{E/ENv}\} = (U_{E/EN})$ , con módulo  $\Rightarrow (U_{E/EN}) < 1$ ;  $\forall \{C_N\}, \{C_E\}$ .

El coeficiente local de traslación está dado por la velocidad global relativa de traslación entre el coeficiente  $\{C_E\}$  del punto E de formulación y el coeficiente de base  $\{C_N\}$ , multiplicada por la relación de variación de evento global y local según orientación global  $(v) \Rightarrow \{U_{E/ENv}\} = (U_{E/EN}) = (\{C_{Ev}\} - \{C_{N/Ev}\}) / (1 - \{C_{N/Ev}\})$

Todo coeficiente local  $\{U_{E/EN}\}$ , definido según orientación local  $(\xi) \Rightarrow \{U_{E/EN\xi}\} = (U_{E/EN})$ , y a la vez según orientación global  $(v) \Rightarrow \{U_{E/ENv}\} = (U_{E/EN})$ , define un coeficiente de traslación global  $\Rightarrow \{C_{Ev}\} = \{C_{N/Ev}\} + (U_{E/EN}) \cdot (1 - \{C_{N/Ev}\})$ .

El concepto de coeficiente local  $(U_{E/EN})$ , representa la velocidad de traslación relativa de base según orientación local  $(\xi)$ , y orientación global  $(v)$ , del punto E de formulación respecto de un punto P, localizado según orientación global  $(v)$ , que se traslada con velocidad de base  $\{C_P\} = \{C_N\}$ .

Ejemplo, en base  $\Rightarrow \{C_{N/E\varphi=0^\circ}\} = 0.6$ . El punto E define un coeficiente relativo local  $(U_{E/EN}) = (0.3)$  según orientación local  $\Rightarrow (\xi) = 60^\circ \Rightarrow$  orientación global  $(v) = 28.693^\circ$ . El coeficiente de traslación global según orientación global  $(v) \Rightarrow \{C_{Ev}\} = \{C_{N/Ev}\} + (0.3) \cdot (1 - \{C_{N/Ev}\}) = (0.668 - i \cdot 0.201) \Rightarrow \{C_{E\varphi=-16.74^\circ}\} = 0.697 \Rightarrow \{C_E\} = 0.697 \cdot e^{i(-16.74^\circ)}$

Consideremos un punto P con  $\{C_P\} = \{C_N\}$ , localizado según orientación global  $\Rightarrow (v) = (\varphi_{P/E})$ , con  $\eta = 1$ . En este caso se verifica, según formulación de posición, exterior  $\Rightarrow \{D'_{PE(Ev)}\} = (\{C_{P(Ev)}\} \cdot \{X'_{P(E)}\} - \{C_{Ev}\}) / X_E = -(U_{E/EN}) / X_E = -(0.3) / X_E$ , y en el campo interior  $\Rightarrow \{D'_{PE(Ev)}\} = (\{C_{Ev}\} - \{C_{P(Ev)}\}) \cdot \{X'_{P(E)}\} / X_E = (U_{E/EN}) / X_E = (0.3) / X_E$ .

### 2.11 Campo local de interacción

Llamamos campo de espacio local de interacción  $\{L\}$ , al definido por un conjunto de puntos singulares cercanos entre sí, que interaccionan punto a punto, a través del equilibrio dado por la formulación de interacción y en donde de forma aproximada la distancia media entre los contornos o puntos de interacción se mantiene constante.

La distancia de espacio entre puntos del campo local de interacción es pequeña  $(\Delta X/X)_{\rightarrow 0}$ , es decir podemos considerar que los puntos tienen un mismo radio de evento global  $(X)$ . Todo campo local de interacción define a su vez un campo sólido. Llamamos campo sólido al campo local de interacción proyectado como campo global.

Un campo local de interacción formado por un conjunto de puntos o singularidades, podemos decir que se traslada según un coeficiente de traslación de base, donde el centro de masas del conjunto de singularidades que interaccionan definen el punto origen de base, con un valor del coeficiente de expansión de base dado por el valor masa equivalente del conjunto de singularidades.

Definimos el campo local de interacción  $/EN$ , según un plano complejo orientado de traslación de base, con un coeficiente de traslación de base  $\{C_N\} \equiv \{V_N\}$ . El punto de formulación  $E$  define para toda orientación  $(\varphi)$ , una variación de evento local por traslación de base  $\{Y'_{E/EN\varphi}\}$  y un factor de escala por traslación de base  $(J_{N/E})$ .

El tamaño de todo campo local de interacción  $/EN$ , está a su vez definido por la ecuación de potencial de campo en la formulación de interacción. Podemos considerar un factor de tamaño  $(K_{P/EN})$  en un punto  $P$  del campo local de interacción, localizado a una distancia  $(R_{P/EN})$  del punto origen de base. El factor de tamaño estaría dado como un valor proporcional al tamaño de referencia con valor de potencial unidad, restando el potencial de base que experimenta el punto  $P$  en el campo local  $\Rightarrow (K_{P/EN}) \equiv f(1 - \Phi_{P/EN}) \cong f(e^{\uparrow(-\Phi_{P/EN})}$  cuando  $\Phi \rightarrow 0$ ). Hay que considerar que, en la ecuación de potencial el contorno  $O$  de referencia se formula con signo opuesto respecto a todo campo de base. Para el punto  $E \Rightarrow (K_{E/EN}) \equiv f(1 - \Phi_{E/EN})$ .

El concepto de campo local de interacción está dado como campo de espacio local  $/EN$ . El campo de espacio es una transformación logarítmica de campo de evento, donde toda variación real está dada como rotación de evento en dirección real y toda variación imaginaria es equivalente a la variación de orientación en el campo de evento.

Así, todo vector de espacio global  $\Rightarrow \{\Delta D_{E/E}\} \equiv (\Delta D_{E/E}) \cdot e^{\uparrow i(\varphi)} \Rightarrow \{\Delta D_{r_{E/E\varphi}}\} \equiv (\Delta D_{E/E}); (\Delta D_{i_{E/E\varphi}}) \equiv 0$ , se transforma en vector de espacio local de interacción  $\Rightarrow \{\Delta L_{E/EN}\} \equiv (\Delta L_{E/EN}) \cdot e^{\uparrow i(\xi)} \Rightarrow \{\Delta L_{r_{E/EN\xi}}\} \equiv (\Delta L_{E/EN}); (\Delta L_{i_{E/EN\xi}}) \equiv 0$ , siendo:

- $(\Delta L_{E/EN}) \equiv (\Delta D_{E/E}) \cdot (J_{N/E}) \cdot (1 - C_{r_{N/E\varphi}}) \cdot (K_{E/EN})$
- $(\xi) \equiv (\varphi) + (\Delta\varphi); (\Delta\varphi) \equiv \text{atan}(-C_{i_{N/E\varphi}} / (1 - C_{r_{N/E\varphi}}))$

En todo campo local de interacción  $/EN$ , toda orientación de campo global  $(\varphi)$  define una orientación de campo local  $(\xi)$  y toda dimensión de espacio global  $(\Delta D_{E/E})$ , define una dimensión local  $(\Delta L_{E/EN})$ .

### 2.12 Campo sólido

Definimos como campo sólido  $\{S\}$ , al campo de espacio local de interacción  $\{L\}$ , proyectado en el campo global de referencia para todo contorno de formulación.

Dado un campo local de interacción  $/EN$ , según un plano complejo orientado de traslación de base, donde todo vector de campo según orientación local  $(\xi) \Rightarrow \{\Delta L_{E/EN\xi}\} \equiv (\Delta L_{E/EN})$ , se proyecta en el campo global según orientación global  $\Rightarrow (\varphi) \equiv (\xi) - \Delta\varphi \Rightarrow \{\Delta S_{E/EN}\} \equiv (\Delta S_{E/EN}) \cdot e^{\uparrow i(\varphi)} \equiv (\Delta S_{E/EN}) \cdot e^{\uparrow i(\xi - \Delta\varphi)}$ .

$$(\Delta S_{E/EN}) \equiv \{\Delta S_{r_{E/EN\varphi}}\} \equiv (\Delta L_{E/EN}) / ((J_{N/E}) \cdot (1 - C_{r_{N/E\varphi}}) \cdot (K_{E/EN}))$$

$$(\varphi) \equiv (\xi) - (\Delta\varphi); (\Delta\varphi) \equiv \text{atan}(-C_{i_{N/E\varphi}} / (1 - C_{r_{N/E\varphi}}))$$

El campo sólido está escalado por  $\Rightarrow (J_N)^{-1} \equiv \sqrt{1 - V_N^2} \Rightarrow$  reduce su tamaño con su velocidad de traslación.

En todo punto del campo sólido  $/EN$  definido según orientación  $(\varphi)$ , el campo se deforma según  $1/(1 - C_{r_{N/E\varphi}})$ , y gira  $(\Delta\varphi)$  respecto de su orientación de campo local  $(\xi)$ . El campo local se asemeja al campo global considerando velocidad de traslación nula. La deformación y giro del campo sólido son una solución conectada del campo global, de forma que todo punto de campo definido por  $E$ , cumple con la condición de conexión y reciprocidad.

El tamaño del campo sólido es inversamente proporcional factor de tamaño local  $(K_{P/EN})^{-1} \equiv (1 - \Phi_{P/EN})^{-1}$ . El campo sólido en un punto de campo  $P$ , aumenta su tamaño con el coeficiente de expansión de base proporcional a su masa, y reduce su tamaño al incrementar la distancia de  $P$  al punto de origen base.

Todo campo local de interacción /EN define una variación de tiempo local ( $\partial T_N$ ) asociado. El concepto de tiempo local es medido desde un punto (observador) del campo local, como el tiempo que tarda un punto o partícula en realizar una trayectoria cerrada o rotación dentro del campo local, de forma que el punto de partida y llegada de la trayectoria sea el mismo.

Por lo tanto, el tiempo local está asociado al concepto de trayectoria cerrada en el campo local de interacción e igualmente en su campo sólido proyectado. El tiempo local ( $\partial T_N$ ) es independiente del coeficiente de traslación de base  $\{C_N\}$  y del factor de tamaño del campo local de interacción.

Por contra, el tiempo global medido en una trayectoria cerrada dentro de un campo sólido, depende del factor escala y deformación del campo sólido por traslación, y del factor de tamaño, dado que estos afectan a las dimensiones y forma de la trayectoria de campo global.

Por traslación, toda trayectoria del campo sólido se contrae según  $(J_{N/E})^{-1}$  y deforma según  $(1-C_{r_{N/E\phi}})^{-1}$ . El efecto de contracción implica una variación de tiempo global respecto al tiempo local  $(J_N)^{-1}$ , y por efecto de deformación  $(J_N)^2$ , con variación total por traslación dada por su producto  $\Rightarrow (\partial X_N)/(\partial T_N) \equiv (J_N)$ .

La variación de tiempo local por traslación en función de la variación de tiempo global de referencia  $\Rightarrow (\partial T_N)/(\partial X_N) \equiv (J_N)^{-1} \equiv \sqrt{1 - V_N^2}$ . Es decir, el tiempo local medido respecto del tiempo global de referencia, se ralentiza con el aumento de velocidad de traslación.

El tiempo local estará además afectado por el factor de tamaño  $(K_{E/EN})^{-1}$ . A mayor valor masa se incrementa el tamaño del campo sólido y por lo tanto el tiempo local se ralentiza respecto al tiempo global. A mayor distancia al punto origen de base, el tamaño del campo local disminuye, y por lo tanto el tiempo local aumenta.

**Ejemplo:** Campo sólido asociado a un coeficiente de traslación  $\Rightarrow \{C_{N\phi=0^\circ}\}=0.6$ ;  $(J_N)=1.25$ . Sean dos puntos A y B del campo sólido  $\Rightarrow \{C_A\} \equiv \{C_B\} \equiv \{C_N\}$ . Ambos puntos se definen en el campo local exterior:  $(\xi_{B(AN)})=60^\circ$ ;  $(L_{BA(AN)})=d$ ;  $(\xi_{A(BN)})=240^\circ$ ;  $(L_{AB(BN)})=d$ , y en el campo interior:  $(\xi_{B(AN)})=240^\circ$ ;  $(L_{BA(AN)})=d$ ;  $(\xi_{A(BN)})=60^\circ$ ;  $(L_{AB(BN)})=d$

La proyección de distancia y orientación en el campo global exterior, está dada por:

- $(S_{BA(AN)}) \equiv d/((1-C_{r_{N(A\phi_1)}}) \cdot (J_N)) \equiv 1.688 \cdot d$ ;  $(\phi_{B(A)}) \equiv \phi_1 \equiv 60^\circ - (\Delta\phi_1) \equiv 28.693^\circ$
- $(S_{AB(BN)}) \equiv d/((1-C_{r_{N(B\phi_2)}}) \cdot (J_N)) \equiv 0.811 \cdot d$ ;  $(\phi_{A(B)}) \equiv \phi_2 \equiv \phi_1^* \equiv 240^\circ + (\Delta\phi_1) \equiv 271.3^\circ$
- Siendo:  $(\Delta\phi) \equiv \text{atan}(-C_{i_{N\phi_1}}/(1-C_{r_{N\phi_1}})) \equiv 31.3^\circ$

La proyección de distancia y orientación en el campo global interior, está dada por:

- $(S_{BA(AN)}) \equiv d/((1-C_{r_{N(A\phi_2)}}) \cdot (J_N)) \equiv 0.811 \cdot d$ ;  $(\phi_{B(A)}) \equiv \phi_2 \equiv 240^\circ - (\Delta\phi_2) \equiv 271.3^\circ$
- $(S_{AB(BN)}) \equiv d/((1-C_{r_{N(B\phi_1)}}) \cdot (J_N)) \equiv 1.688 \cdot d$ ;  $(\phi_{A(B)}) \equiv \phi_1 \equiv \phi_2^* \equiv 60^\circ + (\Delta\phi_2) \equiv 28.693^\circ$
- Siendo:  $(\Delta\phi_2) \equiv \text{atan}(-C_{i_{N\phi_2}}/(1-C_{r_{N\phi_2}})) \equiv -31.3^\circ$

Sea un punto P que se traslada en línea recta con ida de A a B y vuelta de B a A, definiendo una trayectoria cerrada, con coeficiente local  $(U_{P/PN}) \equiv 0.8$ . Ida:  $\{C_{P\phi_1}\} \equiv \{C_{N\phi_1}\} + (U_{P/PN}) \cdot (1 - \{C_{N\phi_1}\}) \Rightarrow \{C_P\}_{ida} \equiv 0.907 \cdot e^{\uparrow i(25.05^\circ)}$ ; Vuelta:  $\{C_{P\phi_2}\} \equiv \{C_{N\phi_2}\} + (U_{P/PN}) \cdot (1 - \{C_{N\phi_2}\}) \Rightarrow \{C_P\}_{vuelta} \equiv 0.8116 \Rightarrow \{C_P\}_{vuelta} \equiv 0.8116 \cdot e^{\uparrow i(279.81^\circ)}$ .

En el campo exterior, verificamos la relación de tiempo local-global, considerando la formulación de posición. En el campo interior llegaríamos a las mismas conclusiones.

El punto P formulado por (A). Ida  $\{C_P\} \equiv \{C_{P(A)}\}_{ida}$ :  $\{D'_{PA(A)}\} \equiv (\{C_P\} \cdot (1 - C_{r_{A\phi_1}}) / (1 - C_{r_{P\phi_1}}) - \{C_A\}) / X \Rightarrow (D'_{PA(A\phi_1)}) \equiv 4/X$ ;  $(\Delta X_{P/A})_{ida} \equiv (S_{BA(AN)}) / (D'_{PA(A\phi_1)}) \equiv d \cdot X \cdot 0.4222$ ; Vuelta  $\{C_P\} \equiv \{C_{P(A)}\}_{vuelta}$ :  $\{D'_{PA(A)}\} \equiv (\{C_P\} \cdot (1 - C_{r_{A\phi_1}}) / (1 - C_{r_{P\phi_1}}) - \{C_A\}) / X \Rightarrow (D'_{PA(A\phi_1)}) \equiv 0.624/X$ ;  $(\Delta X_{P(A)})_{vuelta} \equiv (S_{BA(AN)}) / (D'_{PA(A\phi_1)}) \equiv d \cdot X \cdot 2.7027$ . El incremento de tiempo total será  $\Rightarrow (\Delta X_{P(A)}) \equiv d \cdot X \cdot (0.4222 + 2.7027) \equiv d \cdot X \cdot 3.125$ .

El punto P formulado por (B). Ida  $\{C_P\} \equiv \{C_{P(B)}\}_{ida}$ :  $\{D'_{PB(B)}\} \equiv (\{C_P\} \cdot (1 - C_{r_{B\phi_2}}) / (1 - C_{r_{P\phi_2}}) - \{C_B\}) / X \Rightarrow (D'_{PB(B\phi_2)}) \equiv 0.2775/X$ ;  $(\Delta X_{P(B)})_{ida} \equiv (S_{AB(BN)}) / (D'_{PB(B\phi_2)}) \equiv d \cdot X \cdot 2.922$ ; Vuelta  $\{C_P\} \equiv \{C_{P(B)}\}_{vuelta}$ :  $\{D'_{PB(B)}\} \equiv (\{C_P\} \cdot (1 - C_{r_{B\phi_2}}) / (1 - C_{r_{P\phi_2}}) - \{C_B\}) / X \Rightarrow (D'_{PB(B\phi_2)}) \equiv 4/X$ ;  $(\Delta X_{P(A)})_{vuelta} \equiv (S_{AB(BN)}) / (D'_{PB(B\phi_2)}) \equiv d \cdot X \cdot 0.20275$ . El incremento de tiempo total será  $\Rightarrow (\Delta X_{P(A)}) \equiv d \cdot X \cdot (2.922 + 0.20275) \equiv d \cdot X \cdot 3.125$ .

Formulado por (P)  $\Rightarrow (\Delta X_N) \equiv (S_{BA(AN)}) / (U_{P/PN}) + (S_{AB(BN)}) / (U_{P/PN}) \equiv d \cdot X \cdot 2.111 + d \cdot X \cdot 1.01375 \equiv d \cdot X \cdot 3.125$ .

Este valor de tiempo global, está igualmente dado por el tiempo local, multiplicado por la relación de tiempos  $\Rightarrow (\Delta X_N) \equiv (\partial X_N / \partial T_N) \cdot 2d \cdot X / (U_{P/PN}) \equiv (J_N) \cdot 2d \cdot X / 0.8 \equiv d \cdot X \cdot 3.125$ .

### 3. Posición de Campo

#### 3.1 Condiciones de campo conectado

Todo contorno de formulación (E), define en su campo de evento exterior e interior a todo contorno de campo N a través de su punto central  $\langle N \rangle$ . Todo contorno (N) es a su vez contorno de formulación, con su propio campo de evento exterior e interior, en donde  $\langle E \rangle$  representa un punto de campo.

La formulación de posición definida por todo contorno, debe de cumplir con las condiciones de reciprocidad y conexión de campos, definiendo un campo conectado.

Sea el campo asociado a una singularidad de formulación (A). En un instante de tiempo global  $(X_A) \equiv (X_1)$ , un punto B se localiza en su campo interior en un instante de tiempo  $(X_{B/A}) \equiv (X_2)$ , con una distancia de campo de posición-espacio  $\Rightarrow (\lambda_{BA/A}) \equiv (D_{BA/A}) \equiv \eta \cdot \ln(X_1/X_2)$ ;  $(X_2) < (X_1)$ .

La condición de reciprocidad implica que en el campo exterior de formulación del punto (B), en el instante de tiempo  $(X_B) \equiv (X_2)$ , el punto A se localiza en su campo exterior, en un instante de tiempo  $(X_{A(B)}) \equiv (X_1)$ , mismo vector de espacio  $\{D_{AB(B)} \equiv \{D_{BA/A}\}$ , misma posición  $\{\lambda_{AB(B)} \equiv \{\lambda_{BA/A}\}$ , misma distancia  $(\lambda_{AB(B)}) \equiv (D_{AB(B)}) \equiv \eta \cdot \ln(X_1/X_2)$ .

La reciprocidad entre campos es una condición necesaria en la formulación de interacción entre contornos. Así todo contorno de formulación (E) interacciona su campo de evento interior con toda singularidad N, en un campo de base definido por el contorno N como campo relativo exterior. Esta interacción se define a partir del concepto de transformación espacio-evento, considerando la condición de reciprocidad de campo.

Sea P un punto estático sin velocidad de traslación a lo largo del proceso de integración. En estas condiciones, todo punto de formulación (A), define al punto P según una condición de simetría de campos exterior-interior. La condición de simetría implica que para todo instante de tiempo  $(X_A)$ , el punto P es definido en ambos campos, interior-exterior, con vectores de posición opuestos  $\Rightarrow \{\lambda_{PA/A}\} \equiv -\{\lambda_{AP/A}\}$ .

La condición de conexión es una particularidad de la condición de reciprocidad de campos. La condición de conexión indica que si un contorno de formulación (A) define un contorno B en su campo global y este punto se desplaza hasta ser coincidentes ambos puntos  $(\lambda_{BA/A} \equiv 0)$  en un instante (X), en este mismo instante el contorno (B) define al punto A como coincidente  $(\lambda_{AB/B} \equiv 0)$ , y una vez coincidentes los dos contornos definen un mismo campo global exterior e interior.

#### 3.2 Campo de posición

Todo campo complejo de espacio-evento está constituido a partir de un campo de posición 3D. El campo de posición  $\{\lambda\}$ , es un campo relativo de rotaciones, con forma cubica, donde el contorno o punto de formulación se localiza en el centro del volumen cubico. El campo 3D de posición  $\{\lambda\}$ , dado en coordenadas cartesianas, está constituido a su vez por tres rotaciones principales de campo  $(\lambda_a, \lambda_b, \lambda_c)$ , según las tres direcciones cartesianas ortogonales asociadas al volumen cúbico. Este concepto de universo cúbico, estaría avalado por simulaciones matemáticas basadas en observaciones, ver por ejemplo referencias #1, #2.

Dado un contorno o punto de formulación (E), el vector de posición de todo punto de campo P se puede expresar en el sistema cartesiano global principal  $(a,b,c) \Rightarrow \{\lambda_{PE/E}\} \equiv \{\lambda_{aPE/E}, \lambda_{bPE/E}, \lambda_{cPE/E}\}$ , o en cualquier otro sistema cartesiano global proyectado  $(x,y,z) \Rightarrow \{\lambda_{PE/E}\} \equiv \{\lambda_{xPE/E}, \lambda_{yPE/E}, \lambda_{zPE/E}\}$ .

El vector de posición  $\{\lambda_{PE/E}\}$ , lo definen las tres rotaciones principales relativas  $\Rightarrow (\lambda_{aPE/E}) \equiv (\lambda_{aP/E}) - (\lambda_{aE/E})$ ,  $(\lambda_{bPE/E}) \equiv (\lambda_{bP/E}) - (\lambda_{bE/E})$ ,  $(\lambda_{cPE/E}) \equiv (\lambda_{cP/E}) - (\lambda_{cE/E})$ .

Si bien el campo de posición  $\{\lambda\}$  es un campo 3D dado en coordenadas cartesianas, para entender el concepto de las tres rotaciones principales  $(\lambda_a)$ ,  $(\lambda_b)$ ,  $(\lambda_c)$ , asociamos cada una de estas tres rotaciones a un círculo de posición, que asemejamos igualmente al concepto de contorno circular del campo complejo.

Esta semejanza con un círculo, de las tres rotaciones principales y de todo contorno singular, hay que entenderla desde un punto de vista meramente matemático, dado que el concepto mismo de círculo está asociado a una dimensión de espacio, que es un concepto definido por la propia la formulación planteada. Estos conceptos hay que entenderlos dentro de un exoporte en el que se sustenta la formulación planteada y que difícilmente se pueden describir formando parte de la propia formulación.

Todo contorno singular de formulación (E), en cada instante de tiempo está definido por tres círculos de posición  $(\lambda_{a/E})$ ,  $(\lambda_{b/E})$ ,  $(\lambda_{c/E})$ . Los tres círculos de posición, definen un mismo radio asociado al tiempo global del contorno.

El centro de todo contorno de campo P, se localiza simultáneamente sobre un punto de cada uno de los tres círculos de posición, definiendo una posición angular relativa:  $(\lambda_{aPE/E})$ ,  $(\lambda_{bPE/E})$ ,  $(\lambda_{cPE/E})$ . Obsérvese que sobre un mismo punto de un círculo de posición se puede localizar más de una singularidad.

El concepto de posición está asociado a un valor de diferencia relativa entre posiciones angulares sobre cada uno de los tres círculos de posición, donde el contorno E define la posición angular con valor cero. Así por ejemplo el concepto de distancia  $(\lambda_{aPE/E})$ , define la diferencia del ángulo relativo del punto P respecto del punto E en el círculo  $(\lambda_a)$  asociado al instante  $(X_E)$ .

El radio asociado a todo círculo de posición, se corresponde con el tiempo global de su contorno E de formulación, y el tiempo global asociado a todo punto de campo P, se define en función de su distancia al punto de formulación. Los círculos de posición asociados a los diferentes contornos de formulación estarían a su vez relacionados entre sí mediante las condiciones de reciprocidad y conexión de campos.

Para cada instante de tiempo, toda singularidad define un coeficiente de traslación en cada uno de los tres círculos de posición, proyectando un vector lineal del coeficiente de traslación en el campo 3D. Todo coeficiente de traslación sobre un círculo de posición está asociado a una variación de su ángulo de posición sobre el círculo.

Todo coeficiente de traslación  $\{V_P\}$  en el campo de posición 3D, define un vector lineal de traslación. El coeficiente de traslación  $\{V_P\}$ , está definido por los coeficientes  $\{V_{aP}\}$ ,  $\{V_{bP}\}$ ,  $\{V_{cP}\}$ , de los tres círculos de posición  $(\lambda_a)$ ,  $(\lambda_b)$ ,  $(\lambda_c)$ , asociados a su vez con las tres direcciones principales. Este vector se proyecta en el campo 3D, con un módulo  $\Rightarrow (V_P) \equiv ((V_{aP})^2 + (V_{bP})^2 + (V_{cP})^2)^{1/2}$ , y un vector director según las tres direcciones principales del campo de posición  $\Rightarrow \{(V_{aP})/(V_P), (V_{bP})/(V_P), (V_{cP})/(V_P)\}$ .

Para cada instante de tiempo, toda singularidad define un coeficiente de giro en cada uno de los tres círculos de posición, proyectando un vector circular del coeficiente de giro. Todo coeficiente de giro sobre un círculo de posición está asociado a una propiedad de rotación del punto, sin variación de su posición angular.

Todo coeficiente de giro proyectado  $[G_P]$ , define un vector circular asociado a un plano de giro, el cual define a su vez un vector director perpendicular a dicho plano. El coeficiente de giro  $[G_P]$ , está dado por los coeficientes de giro principales  $[G_{aP}]$ ,  $[G_{bP}]$ ,  $[G_{cP}]$ , dados según los tres círculos de posición  $(\lambda_a)$ ,  $(\lambda_b)$ ,  $(\lambda_c)$ . Así por ejemplo, el vector director del coeficiente principal  $[G_{aP}]$ , se define en dirección positiva  $(\lambda_a)$ , con un plano de giro perpendicular a dicho vector.

Aunque es un dato a verificar, el vector director de todo coeficiente de giro estaría asociado a la componente real  $(r)$  del coeficiente de giro, es decir a la masa de la singularidad.

Cada una de las dos componentes  $(r,i)$  del vector de giro, define un módulo de su componente de giro proyectada, por ejemplo, la componente  $(r)$  define un módulo  $\Rightarrow [G_{rP}] \equiv ([G_{raP}]^2 + [G_{rbP}]^2 + [G_{rcP}]^2)^{1/2}$ . El vector director de giro proyectado, estaría definido por la componente real de giro asociada a la masa de la singularidad en cada una de las tres direcciones principales  $\Rightarrow \{[G_{raP}]/[G_{rP}], [G_{rbP}]/[G_{rP}], [G_{rcP}]/[G_{rP}]\}$ .

Por lo tanto, de acuerdo a estas hipótesis, todo campo definido por una singularidad de formulación (E) estaría sustentado en los tres círculos de posición definidos por (E) para los diferentes estados de tiempo, donde estaría la información requerida para la definición de todas singularidades de campo, sustentando la formulación planteada.

Cada una de las tres coordenadas principales de todo vector de posición está definido sobre su círculo de posición correspondiente, de forma que el ángulo relativo de todo punto P respecto del punto E de formulación, está acotado según  $(\pm\pi)$ . Así, las tres rotaciones principales  $\Rightarrow (-\pi \leq (\lambda_{aPE/E}) \leq \pi)$ ,  $(-\pi \leq (\lambda_{bPE/E}) \leq \pi)$ ,  $(-\pi \leq (\lambda_{cPE/E}) \leq \pi)$ .

Esta acotación de ángulos, establece la forma de volumen cubico del campo 3D de posición, definiendo la continuidad de rotaciones. Así por ejemplo, si consideramos un punto P trasladándose en dirección positiva según dirección principal  $(\lambda_a)$ , cuando el punto P llega al límite del volumen cubico según  $(\lambda_{aPE/E}) = \pi$ , este punto P pasa a tener dirección negativa, es decir aparece por la cara opuesta del cubo  $(\lambda_{aPE/E}) = -\pi$ , definiendo una variación de traslación de acercamiento según la dirección  $(\lambda_a)$ .

El concepto de campo de posición definido a partir de tres direcciones principales, es una condición necesaria para que exista continuidad de rotaciones, manteniendo las condiciones de reciprocidad y conexión de campo.

Todo campo de posición es un campo relativo al punto o contorno de formulación (E), el cual se localiza en el centro del volumen cubico del campo 3D de posición. El contorno de referencia O, se localiza a una distancia igual a la dada por los ocho puntos de las esquinas del volumen cubico. El contorno O define una superficie frontera con forma esférica, conectada solamente en los ocho puntos de las esquinas del volumen cubico del campo de posición.

Llamamos campo de posición estático, al campo definido por puntos ‘ficticios’ de campo, estáticos sin velocidad de traslación, a modo de retícula uniforme de puntos de campo, definida e inalterada desde el instante inicial de formulación. Cuando una singularidad se traslada en el campo de posición estático, pasa de la posición de un punto estático a otro, y por lo tanto definiendo el campo de posición del punto estático correspondiente.

### 3.3 Condición inicial de formulación

El parámetro de ratio frontera ( $\psi$ ) juega un papel de control en la condición inicial de formulación. Todo contorno (E) de formulación define un mismo valor de ratio frontera  $\Rightarrow \psi \equiv \ln(X_{0(E)}/X_E) \equiv \ln(X_E/X_{0(E)})$ .

La formulación planteada tiene solución para todo valor de ( $\psi$ ). Así, distinguimos un estado de formulación antes de un instante inicial ( $X \leq 0$ ), en donde ( $\psi = 0$ ). Este estado lo identificamos como ‘semilla’ de la formulación, en donde el concepto de campo de evento tiene valor 1D:  $\psi = 0 \Rightarrow X_{0(E)} \equiv X_E \Rightarrow X = 0$ .

En el estado de formulación de semilla, ( $\psi = 0$ ), los círculos de posición estarían formados por un solo punto, dada la proporcionalidad con los coeficientes de giro de referencia  $\Rightarrow \ln(X_{0(E)}/X_E) \equiv \ln([-G_0]/[G_u]) \equiv \psi$ . El valor de  $[G_u]$  estaría dado por un solo punto con coeficiente de masa igual al del contorno  $[-G_0]$ .

En el instante ( $X = 0$ ), se produce el cambio del estado de semilla ( $\psi = 0$ ) al estado ‘germinado’ ( $\psi \neq 0$ ), mediante el cambio del coeficiente de referencia unitario desde su valor de semilla  $[G_u] = [-G_0]$  a su valor final germinado, donde  $[G_u]$  es un valor infinitesimal respecto de  $[-G_0]$ , y cuyo valor posiblemente se establece de forma matemática como un valor medio asociado al número de singularidades de campo.

Este cambio de estado de ( $\psi = 0$ )  $\Rightarrow$  ( $\psi \neq 0$ ) debe ser instantáneo, dado que todo cambio de ‘ $\psi$ ’ manteniendo la condición de campo conectado en todos los contornos de formulación, debe producirse en un único instante de tiempo ( $X = 0$ ). Por ejemplo  $\Rightarrow (D_{NE(E)} \equiv \eta \cdot \ln(X_{N(E)}/X_E); (X_{N(E)} \equiv X_E) + (X_{NE(E)})$ . Si ( $X_E = 0$ )  $\Rightarrow (X_{NE(E)} = 0) \Rightarrow (X_{N(E)} = 0$ .

En el instante ( $X = 0$ ), el campo germinado, posiblemente debería presentar una distribución uniforme de puntos singulares en los tres círculos de posición ( $\lambda_a$ ), ( $\lambda_b$ ), ( $\lambda_c$ ), con velocidades de traslación nula, donde cada uno de los contornos de formulación definen campos exterior-interior conectados.

### 3.4 Derivada de tiempo global

Se define la derivada de tiempo global de un punto de campo N respecto del contorno (E) de formulación, expresada como  $\Rightarrow (X'_{N/E}) \equiv (\partial X_{N/E}) / (\partial X_E)$ . La derivada ( $X'_{N/E}$ ) representa la variación de tiempo global N en el instante de tiempo global ( $X_{N/E}$ ), en el que N es definido por (E).

La derivada de toda variable de punto asociada a un contorno N en el campo formulado por (E), está dada por la variación de N en su campo de formulación en el instante ( $X_{N/E}$ ), multiplicada por la derivada de tiempo ( $X'_{N/E}$ ).

Definimos como variables de punto, a toda variable asociada a un contorno singular o punto de campo cuyo valor es función de su variable de tiempo global. Dentro de las variables de punto, se incluyen los coeficientes de traslación y giro, o variables como el de tiempo local medido respecto del global.

Se define una condición de igualdad de rotaciones en dirección radial según la línea de conexión EN. Llamemos (s) a la dirección del campo 3D de posición  $\{\lambda\}$ , definida por la línea de conexión EN, donde se cumple  $\Rightarrow \{\lambda_{SNE/E}\} \equiv (\lambda_{NE/E}) \equiv (\lambda_{aNE/E^2} + \lambda_{bNE/E^2} + \lambda_{cNE/E^2})^{1/2}$

Según la línea de conexión EN se cumple la siguiente igualdad de rotaciones  $\Rightarrow (\partial \delta_{SE/E}) \equiv (\partial \delta_{SN/E})$ , definiendo  $\Rightarrow (\partial X_E) \cdot (1 - V_{SE}) / (X_E) \equiv (\partial X_{N/E}) \cdot (1 - V_{SN/E}) / (X_{N/E})$ , obteniendo  $\Rightarrow (X'_{N/E}) \equiv (X_{N/E}/X_E) \cdot (1 - V_{SE}) / (1 - V_{SN/E})$ .

Si operamos en el plano complejo, donde la línea de conexión se define según ( $\varphi = \varphi_{N/E}$ )  $\Rightarrow (\partial \delta_{rE/E\varphi}) \equiv (\partial \delta_{rN/E\varphi}) \Rightarrow (\partial X_E) \cdot (1 - Cr_{E/E\varphi}) / (X_E) \equiv (\partial X_{N/E}) \cdot (1 - Cr_{N/E\varphi}) / (X_{N/E}) \Rightarrow (X'_{N/E}) \equiv (X_{N/E}/X_E) \cdot (1 - Cr_{E/E\varphi}) / (1 - Cr_{N/E\varphi})$ .

### 3.5 Formulación de posición

La formulación de posición de todo contorno de formulación (E), define la variación de posición de todo punto N, en sus campos de posición exterior ( $\lambda_{N(E)}$ ), interior ( $\lambda_{(E)}$ ).

Conocida la derivada de tiempo global ( $X'_{N/E}$ ), obtenemos la derivada en el campo de posición como la derivada de rotaciones de posición relativas entre ambos puntos. Esta derivada de posición, se hace de forma opuesta en los campos exterior interior:

- $\{\lambda'_{NE(E)}\} \equiv \eta \cdot X'_{N(E)} \cdot \{V_{N(E)}\} / X_{N(E)} - \eta \cdot \{V_E\} / X_E \quad \Leftarrow \quad X'_{N(E)} \equiv (X_{N(E)} / X_E) \cdot (1 - V_{SE}) / (1 - V_{SN(E)})$
- $\{\lambda'_{NE(E)}\} \equiv \eta \cdot \{V_E\} / X_E - \eta \cdot X'_{N(E)} \cdot \{V_{N(E)}\} / X_{N(E)} \quad \Leftarrow \quad X'_{N(E)} \equiv (X_{N(E)} / X_E) \cdot (1 - V_{SE}) / (1 - V_{SN(E)})$

Si en el proceso de análisis con la formulación de posición, hay puntos de campo en donde se producen saltos por continuidad de rotación, el análisis se debe de realizar según los tres ejes principales ( $\lambda_a, \lambda_b, \lambda_c$ ). Si no se producen saltos por continuidad de rotaciones, la formulación de posición se puede realizar en cualquier sistema de ejes cartesianos.

La derivada del campo de posición 3D, se proyecta igualmente como una derivada de un campo de espacio 2D, considerando un plano complejo de espacio, donde  $\Rightarrow \{D'_{NE(E)}\} \equiv \{\lambda'_{NE(E)}\}$ . Así para todo punto del plano complejo  $\langle N:\varphi \rangle$ , se define:

- $\{D'_{NE(E)}\} \equiv \eta \cdot X'_{N(E)} \cdot \{C_{N(E)}\} / X_{N(E)} - \eta \cdot \{C_E\} / X_E \quad \Leftarrow \quad X'_{N(E)} \equiv (X_{N(E)} / X_E) \cdot (1 - Cr_{E\varphi}) / (1 - Cr_{N(E)\varphi})$
- $\{D'_{NE(E)}\} \equiv \eta \cdot \{C_E\} / X_E - \eta \cdot X'_{N(E)} \cdot \{C_{N(E)}\} / X_{N(E)} \quad \Leftarrow \quad X'_{N(E)} \equiv (X_{N(E)} / X_E) \cdot (1 - Cr_{E\varphi}) / (1 - Cr_{N(E)\varphi})$

### 3.6 Análisis simultaneo de posición de campos

Dado un número (n) de contornos singulares a analizar, cada uno de ellos define su campo posición-evento global exterior-interior en donde este es contorno de formulación. El análisis de los ( $E_n$ ) campos globales, se hace de forma simultánea, mediante integración incremental de sus campos de posición correspondientes.

El análisis simultaneo se realiza de forma uniforme considerando el mismo valor de radio de evento global para todo contorno de formulación. Todos los campos se analizan simultáneamente.

Si el análisis se realiza en un plano 2D, este se puede analizar como campo espacio-evento, permitiendo trabajar directamente toda la formulación en variable compleja, lo que puede facilitar el análisis.

En cada paso del análisis incremental, se considera un mismo valor de radio de evento global ( $X_{En}$ ), y un mismo incremento de radio de evento ( $\partial X_{En}$ ), para cada uno de los ( $E_n$ ) campos analizados. Se aplica un mismo incremento al radio de evento entre dos instantes de tiempo global (1) a (2)  $\Rightarrow X_{En,2} \equiv X_{En,1} + \partial X_{En,1}$ .

Se obtiene para cada campo ( $E_n$ ), la variación de sus respectivos puntos de campo exterior-interior. La variación de  $\langle N:\varphi \rangle$  formulado por E, exterior:  $\{D_{NE(E\varphi,2)}\} \equiv \{D_{NE(E\varphi,1)}\} + \{\Delta D_{NE(E\varphi,1)}\} \Rightarrow X_{N(E,2)} \equiv X_{E,2} \cdot e^{\uparrow((D_{NE(E,2)})/\eta)}$ ; interior:  $\{D_{NE(E\varphi,2)}\} \equiv \{D_{NE(E\varphi,1)}\} + \{\Delta D_{NE(E\varphi,1)}\} \Rightarrow X_{N(E,2)} \equiv X_{E,2} / e^{\uparrow((D_{NE(E,2)})/\eta)}$ . Siendo  $\Rightarrow \{\Delta D_{NE(E\varphi,1)}\} \equiv \{D'_{NE/E\varphi,1}\} \cdot (\partial X_E)$ . De igual forma el campo puede ser almacenado como campo de evento relativo.

La formulación planteada implica una solución entrelazada espacio-tiempo. El proceso de análisis simultaneo de todos los campos posición-evento de todos los contornos de campo, requiere almacenar el valor de las variables de punto asociadas a todos los contornos de campo para todos los tiempos de integración. Esto requiere gran capacidad de almacenamiento de información en el proceso de análisis simultaneo. Este proceso se puede realizar de forma relativamente sencilla en la integración del campo interior, pero puede resultar un proceso altamente costoso e iterativo en la integración del campo exterior.

Esta dificultad de integración hay que entenderla bajo un proceso de simulación de la formulación desde dentro de la propia formulación de la que formamos parte. Si consideramos el exoporte donde estaría implementada la formulación planteada, no existirían conceptos como tiempo o espacio, ni el concepto mismo de integración, sino que formulación y su solución formarían parte del mismo todo, aunque esto es una interpretación filosófica.

### 3.7 Comprobaciones sobre las condiciones de reciprocidad y conexión

La formulación de posición definida por todo contorno, cumple con las condiciones de reciprocidad y conexión. Para que se cumplan estas condiciones, es necesario que todos los puntos de formulación partan de un punto común en el campo de evento, en un instante de tiempo global inicial de integración.

Sean dos puntos A y B. En el instante global ( $X_A$ )  $\equiv$  ( $X_1$ ), el punto A define en su campo exterior, al punto B con un estado de evento ( $X_{B(A)}$ )  $\equiv$  ( $X_2$ ), siendo ( $X_2$ )  $>$  ( $X_1$ ). Según la condición de reciprocidad, en el instante ( $X_2$ ), el punto B define en su campo interior, al punto A con un radio de evento ( $X_{(A)B}$ )  $\equiv$  ( $X_1$ ).

En estos dos instantes de tiempo global, considerando que los coeficientes de traslación son variables de punto  $\Rightarrow \{V_{B(A)}\} \equiv \{V_{B/B}\} \equiv \{V_B\}$ ;  $\{V_{(A)B}\} \equiv \{V_{A/A}\} \equiv \{V_A\}$ . Según línea de conexión AB  $\Rightarrow (V_{SA}) \equiv (V_{SA)B}$  y  $(V_{SB}) \equiv (V_{SB(A)}$ ). Siendo  $\Rightarrow (X'_{B(A)}) \equiv (X_2/X_1) \cdot (1 - V_{SA}) / (1 - V_{SB(A)})$ ;  $(X'_{(A)B}) \equiv (X_1/X_2) \cdot (1 - V_{SB}) / (1 - V_{SA)B})$ . Se obtiene  $\Rightarrow (X'_{B(A)}) \cdot (X'_{(A)B}) \equiv 1$ .

En estos dos instantes de tiempo global, según la condición de reciprocidad se debe cumplir la igualdad de los vectores posición, por ejemplo  $\Rightarrow \{\lambda_{BA(A)} \equiv \{\lambda_{AB(B)}\}$ . Para que se cumpla dicha igualdad, se debe cumplir la igualdad de variaciones de posición, por ejemplo  $\Rightarrow \{\lambda'_{BA(A)} \equiv \{\lambda'_{AB(B)}\} \cdot (X'_{B(A)})$ , siendo:

- $\{\lambda'_{BA(A)} \equiv \eta \cdot X'_{B(A)} \cdot \{V_{B(A)}/X_2 - \eta \cdot \{V_A\}/X_1\}$  ;  $\{\lambda'_{AB(B)} \equiv \eta \cdot \{V_B\}/X_2 - \eta \cdot X'_{A(B)} \cdot \{V_{A(B)}/X_1\}$
- $\{\lambda'_{BA(A)} \equiv (\eta \cdot \{V_B\}/X_2 - \eta \cdot X'_{A(B)} \cdot \{V_{A(B)}/X_1\}) \cdot (X_2/X_1) \cdot (1 - V_{SA}) / (1 - V_{SB(A)})$

Por lo tanto, considerando que ambos puntos A, B parten de un instante y posición inicial común, de acuerdo a las condiciones anteriores de igualdad de derivadas del campo, se cumplirá la condición de reciprocidad entre ambos puntos a lo largo del proceso de integración.

Esta condición de reciprocidad entre ambos puntos se mantiene cuando se produce un salto por continuidad de rotaciones, dado que en el salto se cumple la igualdad de distancia  $\Rightarrow (\lambda_{BA(A)} \equiv (\lambda_{AB(B)}) \equiv \pm \pi$ .

Si los dos puntos A, B se separan de un punto inicial común P que permanece como punto estático, siguiendo trayectorias diferentes en el campo espacio evento y después de un intervalo de tiempo global, el punto A define al punto B acercándose en campo exterior-interior hasta ser ambos puntos coincidentes en un instante (X), de igual forma y de acuerdo a la condición de reciprocidad, el punto B definirá al punto A acercándose en su de campo interior-exterior, definiendo un mismo tiempo global de coincidencia (X) en ambos campos.

De acuerdo a la condición de simetría, en el instante de coincidencia (X), el punto A define al punto estático P, con misma posición de signo opuesto en sus campos exterior-interior, y de igual forma el punto B define el punto estático P con la misma posición de signo opuesto en su campo exterior-interior. Este valor de igualdad de posición al punto estático P, junto con la condición de reciprocidad, implica la condición de coincidencia (X) se produce simultáneamente en ambos campos exterior-interior.

De igual forma, en el instante en que ambos puntos A y B son coincidentes, estos definen a todo punto P en una misma posición de campo exterior y una misma posición de campo interior, de acuerdo a la condición de conexión de campos.

Se incluye dos ejemplos de validación de la formulación de posición, verificando las condiciones de reciprocidad y conexión de campos.

Ejemplo de variación de posición, sin saltos por continuidad de rotaciones

Consideremos un ejemplo de formulación 2D, sin salto por continuidad de rotaciones.

Sean, tres puntos A, B, C, moviéndose sobre un plano con de ejes (x, y), donde:

- Los tres puntos parten de un instante de tiempo inicial ( $X_E \equiv 10$ ), desde un punto origen ( $x=0, y=0$ ).
- El punto A, sale en el instante inicial con coeficiente de traslación ( $C_{XA}=0.6$ ) en dirección (x). El punto B, sale con coeficiente de traslación ( $C_{yB}=0.5$ ) en dirección (y). El punto C, sale con coeficiente de traslación ( $C_{yC}=0.1$ ) en dirección (y). Se obtiene por análisis, los ángulos de salida en instante inicial, por ejemplo:  $\varphi_{B(A)} \equiv 117.606^\circ$ ;  $\varphi_{A(B)} \equiv -17.217^\circ$ ; etc.
- En el instante ( $X_B \equiv 10.5$ ), el punto B cambia de dirección y módulo del coeficiente de traslación, de forma que este se dirige hacia el punto A, con un coeficiente de traslación local relativo respecto de la base A, de modulo ( $U_{B/BA}=0.8$ )  $\Rightarrow \{U_{B(BA\varphi=-17.217^\circ)}\}=0.8 \Rightarrow \{U_{B(BA)}\}=0.8 \cdot e^{\hat{i}(-17.217^\circ)}$ ;  $\{U_{B(BA\varphi=117.606^\circ)}\}=0.8 \Rightarrow \{U_{B(BA)}\}=0.8 \cdot e^{\hat{i}(117.606^\circ)}$ .
- En el instante ( $X_B \equiv 11.639$ ), el punto B es coincidente con el punto A. El punto B continua con las condiciones de traslación  $\Rightarrow \{U_{B(BA\varphi=-17.217^\circ)}\}=0.8$ ;  $\{U_{B(BA\varphi=117.606^\circ)}\}=0.8$

La integración de la formulación de posición se hace con incrementos de radio ( $\partial X_E \equiv 1e-4$ ). Se obtienen para los diferentes puntos de integración, las variaciones de los campo exterior e interior de cada uno de los tres puntos analizados y comprobamos, por ejemplo:

- Propiedad reciprocidad. En el instante **10.80**, el punto B define el punto C en el campo exterior  $\Rightarrow X_{C(B)} \equiv 11.084$ ;  $\varphi_{C(B)} \equiv -163.4^\circ$ . En el instante **11.084**, el punto C define el punto B en el campo interior  $\Rightarrow X_{B(C)} \equiv 10.80$ ;  $\varphi_{(B)} \equiv -163.4^\circ$ .
- En el instante 11.639 los puntos A y B son coincidentes  $\Rightarrow X_{B(A)} \equiv X_{A(B)} \equiv X_{B(A)} \equiv X_{A(B)} \equiv 11.639$ . En este instante, los puntos A y B definen el punto C  $\Rightarrow X_{C(A)} \equiv X_{C(B)} \equiv 12.791$ ;  $\varphi_{C(A)} \equiv \varphi_{C(B)} \equiv 164.9^\circ$ . Interior  $\Rightarrow X_{C(A)} \equiv X_{C(B)} \equiv 10.624$ ;  $\varphi_{C(A)} \equiv \varphi_{C(B)} \equiv -3.8^\circ$ .

- En el instante 10.624 el punto C define el instante de coincidencia de A y B en su campo exterior  $\Rightarrow X_{A(C)} \equiv X_{B(C)} \equiv 11.639$ ;  $\varphi_{A(C)} \equiv \varphi_{B(C)} \equiv -3.8^\circ$ . En el instante 12.791 el punto C define el instante de coincidencia de A y B en su campo interior  $\Rightarrow X_{A(C)} \equiv X_{B(C)} \equiv 11.639$ ;  $\varphi_{A(C)} \equiv \varphi_{B(C)} \equiv 164.9^\circ$ .

Campo exterior. Sin saltos por continuidad de rotaciones.							
$X_E$	10.2	10.502	10.624	10.8	11.084	11.639	12.791
$X_{B(A)}$	10.465	10.732	10.830	10.972	11.199	11.639	18.654
$\varphi_{B(A)}$	117.606	117.606	117.606	117.606	117.606	117.606	-17.217
$X_{C(A)}$	10.326	10.826	11.031	11.329	11.817	12.791	14.906
$\varphi_{C(A)}$	164.877	164.877	164.877	164.877	164.877	164.877	164.877
$X_{A(B)}$	10.547	11.402	11.429	11.466	11.526	11.639	13.118
$\varphi_{A(B)}$	-17.217	-17.217	-17.217	-17.217	-17.217	-17.217	117.616
$X_{C(B)}$	10.274	10.689	10.809	11.084	11.630	12.791	15.413
$\varphi_{C(B)}$	-90.000	-90.436	-126.856	-163.377	175.788	164.877	159.398
$X_{A(C)}$	10.509	11.306	11.639	12.129	12.946	14.634	18.542
$\varphi_{A(C)}$	-3.801	-3.801	-3.801	-3.801	-3.801	-3.801	-3.801
$X_{B(C)}$	10.363	10.800	11.637	13.994	19.100	34.464	108.033
$\varphi_{B(C)}$	90.000	27.306	-3.776	-11.423	-13.558	-14.523	-14.999

Campo interior. Sin saltos por continuidad de rotaciones.							
$X_E$	10.2	10.502	10.624	10.8	11.084	11.639	12.791
$X_{B(A)}$	10.074	10.184	10.228	10.290	10.390	11.639	12.539
$\varphi_{B(A)}$	-17.217	-17.217	-17.217	-17.217	-17.217	157.717	117.668
$X_{C(A)}$	10.079	10.197	10.244	10.312	10.419	10.624	11.031
$\varphi_{C(A)}$	-3.801	-3.801	-3.801	-3.801	-3.801	-3.801	-3.801
$X_{A(B)}$	10.087	10.217	10.368	10.586	10.941	11.639	11.861
$\varphi_{A(B)}$	117.606	117.606	117.606	117.606	117.606	117.606	-17.218
$X_{C(B)}$	10.111	10.277	10.409	10.502	10.562	10.624	10.717
$\varphi_{C(B)}$	90.000	89.643	59.501	27.265	7.261	-3.802	-9.520
$X_{A(C)}$	10.123	10.306	10.380	10.486	10.656	10.981	11.639
$\varphi_{A(C)}$	164.877	164.877	164.877	164.877	164.877	164.877	164.877
$X_{B(C)}$	10.146	10.365	10.454	10.616	10.800	11.089	11.639
$\varphi_{B(C)}$	-90.000	-90.000	-90.000	-124.707	-163.401	175.596	164.876

Ejemplo de variación de posición, con saltos por continuidad de rotaciones.

Tres puntos A, B, C, moviéndose sobre un plano dado según ejes principales  $\Rightarrow (x, y) \equiv (a, b)$ , donde:

- Los tres puntos parten de un instante de tiempo inicial ( $X_E \equiv 10$ ), desde un punto origen ( $x=0, y=0$ ). Se considera un ratio frontera de valor:  $\Psi = 0.03 \cdot \sqrt{3}$ .
- El punto A permanece fijo ( $C_A = 0$ ). El punto B sale con coeficiente de traslación ( $C_{X_B} = 0.6$ ) en dirección según eje (x). El punto C sale con ( $C_{X_C} = 0.1$ ) en dirección (x), y un coeficiente ( $C_{Y_C} = 0.2$ ) en dirección (y).

Integración con incrementos de radio ( $\partial X_E \equiv 1e-4$ ). Se obtiene, por ejemplo:

- En el instante  $X_A \equiv 10.202$ , el punto A define en su campo exterior un salto por continuidad de rotación ( $\lambda_a$ ) del punto B  $\Rightarrow X_{B(A)} \equiv 10.512$ , salto de  $\varphi_{B(A)} \equiv 0^\circ$  a  $\varphi_{B(A)} \equiv 180^\circ$ . En el instante  $X_B \equiv 10.512$ , el punto B define en su campo interior el salto por continuidad de rotación ( $\lambda_a$ ) del punto A  $\Rightarrow X_{A(B)} \equiv 10.202$ , salto de orientación  $\varphi_{A(B)} \equiv 0^\circ$  a  $\varphi_{A(B)} \equiv 180^\circ$ .
- En el instante  $X_C \equiv 10.238$ , el punto C define en su campo exterior un salto por continuidad de rotación ( $\lambda_a$ ) del punto B  $\Rightarrow X_{B(C)} \equiv 10.554$ , salto de  $\varphi_{B(C)} \equiv -8.9^\circ$  a  $\varphi_{B(C)} \equiv -171.1^\circ$ . En el instante  $X_B \equiv 10.554$ , el punto B define en su campo interior el salto por continuidad de rotación ( $\lambda_a$ ) del punto C  $\Rightarrow X_{C(B)} \equiv 10.238$ , salto de orientación  $\varphi_{C(B)} \equiv -8.9^\circ$  a  $\varphi_{C(B)} \equiv -171.1^\circ$ .
- En el instante  $X_A \equiv 11.235$ , el punto A define en su campo exterior un salto por continuidad de rotación ( $\lambda_b$ ) del punto C  $\Rightarrow X_{C(A)} \equiv 11.619$ , salto de  $\varphi_{C(A)} \equiv 63.4^\circ$  a  $\varphi_{C(A)} \equiv -63.4^\circ$ . En el instante  $X_C \equiv 11.619$ , el punto C define en su campo interior el salto por continuidad de rotación ( $\lambda_b$ ) del punto A  $\Rightarrow X_{A(C)} \equiv 11.235$ , salto de orientación  $\varphi_{A(C)} \equiv 63.4^\circ$  a  $\varphi_{A(C)} \equiv -63.4^\circ$ .

- En el instante  $X_B \equiv 11.273$ , el punto B define en su campo exterior un salto por continuidad de rotación ( $\lambda_b$ ) del punto C  $\Rightarrow X_{C(B)} \equiv 11.618$ , salto de  $\varphi_{B(C)} \equiv 84.1^\circ$  a  $\varphi_{B(C)} \equiv -84.1^\circ$ . En el instante  $X_C \equiv 11.618$ , el punto C define en su campo interior el salto por continuidad de rotación ( $\lambda_b$ ) del punto B  $\Rightarrow X_{B(C)} \equiv 11.273$ , salto de orientación  $\varphi_{B(C)} \equiv 84.1^\circ$  a  $\varphi_{B(C)} \equiv -84.1^\circ$
- Propiedad reciprocidad. En el instante **10.5**, el punto B define el punto C en el campo exterior  $\Rightarrow X_{C(B)} \equiv 10.782$ ;  $\varphi_{C(B)} \equiv 145.3^\circ$ . En el instante **10.782**, el punto C define el punto B en el campo interior  $\Rightarrow X_{B(C)} \equiv 10.5$ ;  $\varphi_{B(C)} \equiv 145.3^\circ$ .
- En el instante **11.052** los puntos A y B son coincidentes  $\Rightarrow X_{B(A)} \equiv X_{A(B)} \equiv X_{B(A)} \equiv X_{A(B)} \equiv 11.052$ . En este instante los puntos A y B definen el punto C  $\Rightarrow X_{C(A)} \equiv X_{C(B)} \equiv 11.375$ ;  $\varphi_{C(A)} \equiv \varphi_{C(B)} \equiv 63.4^\circ$ . Interior  $\Rightarrow X_{C(A)} \equiv X_{C(B)} \equiv 10.852$ ;  $\varphi_{C(A)} \equiv \varphi_{C(B)} \equiv -116.5^\circ$ .
- En el instante **10.852** el punto C define el instante de coincidencia de A y B en su campo exterior  $\Rightarrow X_{A(C)} \equiv X_{B(C)} \equiv 11.052$ ;  $\varphi_{A(C)} \equiv \varphi_{B(C)} \equiv -116.5^\circ$ . En el instante **11.375**, el punto C define el instante de coincidencia de A y B en su campo interior  $\Rightarrow X_{A(C)} \equiv X_{B(C)} \equiv 11.052$ ;  $\varphi_{A(C)} \equiv \varphi_{B(C)} \equiv 63.4^\circ$ .
- Propiedad reciprocidad. En el instante **11.375**, el punto B define el punto C en el campo exterior  $\Rightarrow X_{C(B)} \equiv 11.704$ ;  $\varphi_{C(B)} \equiv -93.1^\circ$ . En el instante **11.704**, el punto C define el punto B en el campo interior  $\Rightarrow X_{B(C)} \equiv 11.375$ ;  $\varphi_{B(C)} \equiv -93.1^\circ$ .

Campo exterior. Con saltos por continuidad de rotaciones.							
$X_E$	10.20	10.500	10.782	10.852	11.052	11.375	11.704
$X_{B(A)}$	10.508	10.704	10.882	10.926	11.052	11.683	11.893
$\varphi_{B(A)}$	0.000	180.000	180.000	180.000	0.000	180.000	180.000
$X_{C(A)}$	10.258	10.649	11.018	11.110	11.375	11.746	12.053
$\varphi_{C(A)}$	63.435	63.435	63.435	63.435	63.435	-59.942	-50.499
$X_{A(B)}$	10.322	10.812	10.943	10.971	11.052	11.573	12.008
$\varphi_{A(B)}$	180.000	180.000	0.000	0.000	180.000	180.000	0.000
$X_{C(B)}$	10.310	10.782	11.152	11.203	11.375	11.704	12.036
$\varphi_{C(B)}$	145.323	145.323	40.249	45.510	63.442	-93.097	-124.716
$X_{A(C)}$	10.245	10.615	10.965	11.052	11.302	11.707	12.092
$\varphi_{A(C)}$	-116.565	-116.565	-116.565	-116.565	-116.565	-116.565	118.889
$X_{B(C)}$	10.464	10.750	10.985	11.052	11.276	11.804	12.121
$\varphi_{B(C)}$	-8.926	-155.534	-126.483	-116.511	-84.051	-44.020	125.424

Campo interior. Con saltos por continuidad de rotaciones.							
$X_E$	10.20	10.500	10.782	10.852	11.052	11.375	11.704
$X_{B(A)}$	10.125	10.310	10.482	10.559	11.052	11.253	11.455
$\varphi_{B(A)}$	180.000	180.000	180.000	0.000	180.000	180.000	180.000
$X_{C(A)}$	10.163	10.407	10.634	10.691	10.852	11.110	11.373
$\varphi_{C(A)}$	-116.565	-116.565	-116.565	-116.565	-116.565	-116.565	-116.565
$X_{A(B)}$	10.080	10.197	10.623	10.733	11.052	11.180	11.409
$\varphi_{A(B)}$	0.000	0.000	180.000	180.000	0.000	0.000	180.000
$X_{C(B)}$	10.087	10.215	10.540	10.627	10.852	11.124	11.322
$\varphi_{C(B)}$	-8.926	-8.926	-152.398	-144.479	-116.545	-72.695	-48.455
$X_{A(C)}$	10.155	10.386	10.602	10.655	10.807	11.052	11.329
$\varphi_{A(C)}$	63.435	63.435	63.435	63.435	63.435	63.435	-61.111
$X_{B(C)}$	10.129	10.322	10.500	10.544	10.670	11.052	11.375
$\varphi_{B(C)}$	145.323	145.323	145.323	145.323	145.323	63.437	-93.104

## 4. Interacción de Campo

### 4.1 Coeficientes acoplados

Las variaciones en el campo de espacio están asociadas a rotaciones de campo. Dado un contorno de formulación (E) y un contorno de campo N, se define el concepto de variación acoplada de rotaciones, como la suma de rotaciones de ambos contornos, dada por la suma de logaritmos de variaciones de evento, equivalente al logaritmo del producto. Por lo tanto, la variación acoplada de evento entre ambos contornos está dada por el producto de sus variaciones de evento.

El concepto de variación acoplada de evento, está asociada a la formulación de interacción de todo contorno de formulación (E), con tondo contorno singular de su campo interior, incluido el contorno O de referencia. Toda formulación de interacción aplica al campo interior formulado por (E), por lo tanto, el concepto de coeficiente acoplado lo relacionamos con el campo de evento interior.

Dado un contorno de formulación (E) y un contorno acoplado N, se define el coeficiente acoplado de giro, como el producto de sus coeficientes de giro  $\Rightarrow [G_E]_N \equiv [G_E] \cdot [G_N]_E$ , donde  $[G_N]_E$  representa el coeficiente de giro de N en el instante de tiempo global  $(X_N)_E$  en el que (E) define al contorno N en su campo interior.

Dado un contorno de formulación (E) y un contorno acoplado N, la línea de conexión EN del campo de posición interior  $\{\lambda_{NE}\}_E$  define un vector director  $\{s\}$ . De igual forma el coeficiente de traslación  $\{V_N\}$  define un vector director asociado a la traslación de base N. Se establece un plano complejo orientado de traslación de base, definido por el plano del campo de posición, que pasa por el punto E de formulación y que contiene los dos vectores directores  $\{s\}$  y  $\{V_N\}$ . En este plano complejo está incluido el vector de traslación  $\Rightarrow \{C_N\} \equiv \{V_N\}$ .

En el plano complejo orientado de traslación de base, la orientación (s) de posición 3D define una orientación global  $(\varphi) \Rightarrow (s \leftrightarrow \varphi)$ , y el coeficiente de traslación de base  $\{C_N\}$  define una orientación principal  $(\mu) \Rightarrow \{C_{N\mu}\} \equiv \{C_N\}$ .

En el plano complejo orientado de traslación de base, según orientación  $(\varphi \equiv \varphi_N)_E$  asociada a la línea de conexión EN, se define el coeficiente acoplado de traslación  $\Rightarrow \{C_{E\varphi}\}_N \equiv \{C_{E\varphi}\} \cdot \{C_N\}_{E\varphi}$ . Obsérvese que el plano complejo orientado de traslación contiene el vector de traslación de base  $\{C_N\} \equiv \{V_N\}$ , pero el vector  $\{C_E\}$  representa una proyección del vector  $\{V_E\}$  en dicho plano. Para el contorno O de referencia  $\Rightarrow \{C_E\}_O \equiv 0$ , al ser  $\{C_O\} = 0$ .

El contorno de formulación (E) define una variación de evento local por traslación respecto al contorno O de referencia  $\Rightarrow \{Y'_{E\varphi}\} \equiv \{1 - \{C_{E\varphi}\}\}$ . De igual forma, en el plano complejo orientado por traslación de base, el contorno (E) define una variación local acoplada por traslación respecto al contorno N, según orientación global  $(\varphi \equiv \varphi_N)_E$  de la línea de conexión EN  $\Rightarrow \{Y'_{E\varphi}\}_N \equiv \{1 + \{C_{E\varphi}\}_N\} \equiv \{1 + \{C_{E\varphi}\} \cdot \{C_N\}_{E\varphi}\}$ . Obsérvese que en la variación local respecto del contorno O, los coeficientes de expansión y traslación llevan signo opuesto, dado el valor negativo del coeficiente  $[-G_O]$ . Para variaciones acopladas, ambos coeficientes de expansión y traslación llevan mismo signo.

Definamos un plano complejo principal de traslación de base, que contiene los vectores directores  $\{V_E\}$  y  $\{V_N\}$ , donde  $\{C_N\} \equiv \{V_N\}$ , y  $\{C_E\} \equiv \{V_E\}$ , en donde según dirección principal de traslación de base  $(\mu) \Rightarrow \{C_{N\mu}\} \equiv \{C_N\}$ , se define un coeficiente de interacción acoplado, dado por la suma de los coeficientes de traslación, por la relación de variaciones de evento global respecto de la variación de evento local acoplada, según orientación principal  $(\mu) \Rightarrow \{W_{E\mu}\}_N \equiv (\{C_{E\mu}\} + \{C_N\}_{E\mu}) / \{Y'_{E\mu}\}_N \equiv (\{C_{E\mu}\} + \{C_N\}_{E\mu}) / \{1 + \{C_{E\mu}\} \cdot \{C_N\}_E\}$  Siendo  $\Rightarrow \{W_E\}_N \equiv \{W_{E\mu}\}_N \cdot e^{\uparrow i(\Delta\mu)}$ .

El coeficiente de interacción acoplado  $\{W_E\}_N$ , representa un coeficiente de traslación resultante por interacción acoplada, en donde la traslación  $\{C_E\}$  se suma a la traslación  $\{C_N\}$  de la base N acoplada. El coeficiente de interacción acoplado define un módulo  $\Rightarrow (W_E)_N < 1; \forall \{C_N\}, \{C_E\}$ .

Ejemplo:  $\{C_{N\varphi=20^\circ}\} = 0.9 \Rightarrow (\mu) \equiv 20^\circ; \{C_{E\varphi=60^\circ}\} = 0.9 \Rightarrow \{C_{E\mu}\}_N \equiv (0.9 \cdot 0.9) \cdot e^{\uparrow i(40^\circ)} \Rightarrow \{Y'_{E\mu}\}_N \equiv (1 + \{C_{E\mu}\} \cdot \{C_N\}_E); \{Y'_{E\mu}\}_N \equiv 1.702 \cdot e^{\uparrow i(17.8^\circ)}; \{W_{E\mu}\}_N \equiv 0.993 \cdot e^{\uparrow i(2.18^\circ)} \Rightarrow \{W_E\}_N \equiv 0.993 \cdot e^{\uparrow i(22.18^\circ)}$

### 4.2 Campo de base acoplado

La interacción del contorno de formulación (E) con todo contorno singular N de su campo de evento interior, está basada en variaciones acopladas de evento, considerando un campo de base N acoplado, con origen de campo localizado en  $\langle N \rangle$ .

El campo de base acoplado, se establece en el plano de expansión de base, que está dado por el plano de giro del coeficiente de base  $[G_N]$ .

Se define un coeficiente de expansión acoplado  $[g_E]_N$ , dado por el coeficiente de giro acoplado, factorizado por el coeficiente de referencia:  $[g_E]_N \equiv (\vartheta_{N/E}) \cdot (\vartheta_{N/E}) \cdot [Gr_E]_N / [-G_0] \equiv (\vartheta_{N/E}) \cdot (\vartheta_{N/E}) \cdot ([Gr_E] \cdot [Gr_{N/E}] - [Gi_E] \cdot [Gi_{N/E}]) / [-G_0]$ .

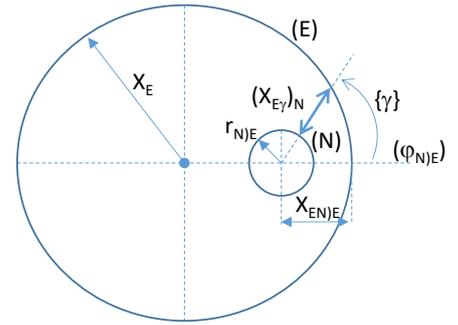
El valor de  $0 \leq (\vartheta_{N/E}) \leq 1$ , está dado por el seno del ángulo formado entre el vector director 3D asociado a  $[G_N]$  normal a su plano de giro, y la dirección que define la línea de conexión EN.

El valor de  $0 \leq (\vartheta_{N/E}) \leq 1$ , está dado por el coseno del ángulo formado entre el vector director 3D asociado a  $[G_N]$ , y el vector director 3D asociado al coeficiente de giro  $[G_E]$ .

Por lo general, y de forma simplificada, al referirnos al coeficiente de giro de un punto, se puede considerar definido por un conjunto de singularidades coincidentes en dicho punto, por lo que se puede asumir un mismo vector director en toda dirección, tomando un valor uniforme  $\Rightarrow (\vartheta_{N/E}) \equiv 1$ ;  $(\vartheta_{N/E}) \equiv 1$ . Bajo estas condiciones, el contorno de referencia  $\Rightarrow [g_E]_0 \equiv [Gr_E]$ .

Toda integral de la formulación acoplada se define según un sistema de orientación acoplado de integración  $(\gamma)$ , con centro en contorno acoplado  $\langle N \rangle$ , donde  $(\gamma=0^\circ)$  es coincidente con  $(\varphi=\varphi_{N/E})$ .

Al igual que el contorno (E) define un radio de evento global  $(X_E)$  para toda orientación global  $(\varphi)$ , el contorno (E) define un radio de evento relativo acoplado  $(X_{E\gamma})_N$  para toda orientación acoplada de integración  $(\gamma)$ , ver croquis.



Así, se define el valor de  $(R^{-1}_E)_N$  correspondiente al valor integral tipo  $(1/R)$ , y el valor de  $(R^{-2}_E)_N$  correspondiente al tipo  $(1/R^2)$ :

- $(R^{-1}_E)_N \equiv (1/2\pi) \cdot \oint (X_E / (X_{E\gamma})_N) \cdot \partial\gamma \Rightarrow (R^{-1}_E)_N \equiv (y_{N/E}) \cdot (X_E) / (X_{EN/E} - r_{N/E})$ . Siendo  $\Rightarrow (y_{N/E}) \equiv f(X_{EN}, r_{N/E})$ . Así, para  $\Rightarrow (X_{EN} \rightarrow 0; r_{N/E} \equiv 0 \Rightarrow y_{N/E} \equiv 1/\pi)$ ;  $(X_{EN} \rightarrow 0; r_{N/E} \rightarrow X_{EN} \Rightarrow y_{N/E} \equiv 0)$ ;  $(X_{EN} \rightarrow X_E \Rightarrow y_{N/E} \equiv 1)$
- $(R^{-2}_E)_N \equiv (1/2\pi) \cdot \oint (X_E / (X_{E\gamma})_N)^2 \cdot \partial\gamma \Rightarrow (R^{-2}_E)_N \equiv (z_{N/E}) \cdot (X_E)^2 / (X_{EN/E} - r_{N/E})^2$ ; donde  $\Rightarrow (z_{N/E}) \equiv f(X_{EN}, r_{N/E})$ . Así, para  $\Rightarrow (X_{EN} \rightarrow 0; r_{N/E} \equiv 0 \Rightarrow z_{N/E} \equiv 1/4)$ ;  $(X_{EN} \rightarrow 0; r_{N/E} \rightarrow X_{EN} \Rightarrow z_{N/E} \equiv 0)$ ;  $(X_{EN} \rightarrow X_E \Rightarrow z_{N/E} \equiv 1)$ .

Se define el potencial acoplado de base  $\Rightarrow (\Phi_E)_N \equiv [g_E]_N \cdot (R^{-1}_E)_N \equiv [g_E]_N \cdot (y_{N/E}) \cdot (X_E) / (X_{EN/E} - r_{N/E})$

Se define un factor de curvatura acoplado  $\Rightarrow (\chi_E)_N \equiv -[g_E]_N \cdot (R^{-2}_E)_N \equiv -[g_E]_N \cdot (z_{N/E}) \cdot (X_E)^2 / (X_{EN/E} - r_{N/E})^2$

Se define un factor de escala por traslación acoplado  $\Rightarrow (J_E)_N \equiv (J_E) \cdot (J_{N/E}) \equiv (1/\sqrt{1 - V_E^2}) \cdot (1/\sqrt{1 - V_{N/E}^2})$

### 4.3 Ecuación de potencial

En el campo acoplado de base, definimos como rotación acoplada de base, al potencial acoplado de base multiplicado por el factor de escala acoplado por traslación  $\Rightarrow [\theta'_E]_N \equiv \eta \cdot (J_E)_N \cdot (\Phi_E)_N$ . Para el contorno de referencia  $\Rightarrow [\theta'_E]_0 \equiv \eta \cdot (J_E)_0 \cdot (\Phi_E)_0 \equiv \eta \cdot [Gr_E] / \sqrt{1 - V_E^2}$

Toda rotación acoplada de base es un vector circular, proporcional al tamaño del campo de evento de base.

Se establece la ecuación de potencial de todo contorno de formulación (E), como la suma nula de la rotación acoplada de base con todo contorno N de su campo interior, incluido el contorno O con signo negativo. Concepto similar a la suma de residuos en el plano complejo  $\Rightarrow \sum_N [\theta'_E]_N = [\theta'_E]_0$ . Simplificando la igualdad, obtenemos:

$$\sum_N \frac{(y_{N/E})}{(X_{EN/E}) - (r_{N/E})} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - V_{N/E}^2}} \cdot ([Gr_E] \cdot [Gr_{N/E}] - [Gi_E] \cdot [Gi_{N/E}]) \cdot (\vartheta_{N/E}) \cdot (\vartheta_{N/E}) = \frac{[Gr_E] \cdot [-G_0]}{(X_E)}$$

Con la ecuación de potencial, se establece el factor de tamaño asociado al campo local de base.

#### 4.4 Ecuación de conservación de energía

El termino  $[\theta'_E]_O$ , representa un valor de energía asociada al contorno de formulación (E). Este término lo podemos poner según la serie  $\Rightarrow [\theta'_E]_O \cong \eta \cdot [Gr_E] / \sqrt{1 - V_E^2} \cong \eta \cdot [Gr_E] \cdot (1 + V_E^2/2 - 3 \cdot V_E^4/8 + 15 \cdot V_E^6/48 \dots)$ , y expresar en función de  $(V_E) \equiv (V_E) \times (v_{cr})$  y  $(m_E) \equiv k \cdot [Gr_E] \Rightarrow [\theta'_E]_O \cong K \cdot ((m_E) \times (v_{cr})^2 + (1/2) \times (m_E) \times (V_E)^2 + \dots)$ , concepto similar al de la mecánica relativista, donde el valor de  $K \equiv \eta / (k \cdot (v_{cr})^2)$  es una constante.

Se establece la ecuación de suma constante de energía del conjunto de contornos del campo de formulación  $\Rightarrow \sum_N (\theta'_{N_E})_O + (\theta'_E)_O = Cte$ . Cada termino  $(\theta'_{N_E})_O$  representa la energía asociada al contorno N en el instante de tiempo en el que este es definido por el contorno de formulación (E).

La derivada de la igualdad de suma constante de energía, define la ecuación de conservación de la energía  $\Rightarrow \sum_N [\theta''_{N_E}]_O \cdot (X'_{N_E}) + [\theta''_E]_O = 0$

#### 4.5 Formulación de interacción

La derivada de la ecuación de potencial, junto con la derivada de la igualdad de suma constante de energía, presenta las incógnitas de formulación  $\Rightarrow [G'_iE], [G'_rE], (V'_E)$ . Las derivadas de los coeficientes de todo contorno N, se definen en la formulación de dicho contorno, multiplicadas por  $(X'_{N_E})$ . La derivada  $[G'_O] = 0$ .

Las tres incógnitas  $[G'_iE], [G'_rE], (V'_E)$ , están relacionadas entre sí. De forma simplificada y aproximada, para valores de velocidad por debajo de la velocidad crítica, la ecuación de equilibrio inercial define  $(V'_E)$ , la ecuación de conservación de la energía define  $[G'_rE]$ , y la derivada de la ecuación de potencial define  $[G'_iE]$ .

#### 4.6 Ecuación de fuerzas y ecuación de equilibrio inercial

A partir de la derivada segunda espacio-evento de tipo  $(-1/R^2)$ , definido por todo punto E de formulación en todo campo acoplado de base N, se define un factor de curvatura acoplado  $(\chi_E)_N$ .

Definimos el vector de fuerza  $\{f_{E\phi}\}_N$  en el punto E de formulación, inducido por el campo acoplado de base N, orientado según línea de conexión  $(\phi \equiv \phi_{N_E})$ , como el vector lineal dado por el factor de curvatura, multiplicado por la variación de evento local acoplado de base  $\Rightarrow \{f_{E\phi}\}_N \equiv \eta \cdot \{V'_{E\phi}\}_N \cdot (\chi_E)_N \Rightarrow \{f_E\}_N \equiv \{f_{E\phi}\}_N \cdot e^{i\phi}$ .

$$\{f_{E\phi}\}_N \equiv -\eta \cdot (1 + \{C_{E\phi}\} \cdot \{C_{N_E\phi}\}) \cdot \frac{(z_{N/E}) \cdot (X_E)^2}{(X_{EN_E} - r_{N/E})^2} \cdot \frac{[Gr_E] \cdot [Gr_{N_E}] - [Gi_E] \cdot [Gi_{N_E}]}{[-G_O]} \cdot (\vartheta_{N_EN}) \cdot (\vartheta_{N_E})$$

El vector de fuerza  $\{f_E\}_N$  se define en el plano complejo orientado de traslación, el cual está dado por la orientación de la línea de conexión EN y por la orientación de base  $\{V_N\}$ . Este vector  $\{f_E\}_N$  lo proyectamos en el campo de posición, como un vector de fuerza 3D  $\Rightarrow \{F_E\}_N$

Se define un vector de fuerzas resultante en el punto E de formulación, dado por la suma de vectores de fuerza 3D, inducidas por todo punto interior  $\Rightarrow \{F_E\} = \sum_N \{F_E\}_N$ . El contorno O de referencia no modifica el vector de fuerzas, dado que se anula su valor integral para toda orientación global.

El vector del coeficiente de traslación  $\{V_E\}$  define una orientación principal  $(\tau)$ , donde  $\Rightarrow \{V_{\tau E}\} \equiv (V_E)$ . Se establece el producto del vector de fuerzas resultante por el coeficiente de traslación del punto E en dirección principal de traslación  $(\tau) \Rightarrow (F_{\tau E}) \cdot (V_E)$ .

Se establece la ecuación de equilibrio inercial, igualando la variación de energía dada por el producto  $(F_{\tau E}) \cdot (V_E)$ , a la variación de energía asociada al punto de formulación  $\Rightarrow (F_{\tau E}) \cdot (V_E) \equiv (\theta''_E)_O$ , que podemos aproximar de acuerdo:  $(F_{\tau E}) \cdot (V_E) \cong \eta \cdot [G'_rE] / \sqrt{1 - V_E^2} + \eta \cdot [Gr_E] \cdot (V_E - 3 \cdot V_E^3/2 + 15 \cdot V_E^5/8 \dots) \cdot (V'_E)$ , siendo  $\Rightarrow (V'_{\tau E}) \equiv (V'_E)$ .

La ecuación de equilibrio inercial, la podemos simplificar cuando se tiene un coeficiente de traslación por debajo del crítico  $(V_E < 1)$ , considerando  $[G'_rE] \cong 0$ , estableciendo la variación de energía como producto escalar de vectores en el campo de posición 3D  $\Rightarrow \{F_E\} \cdot \{V_E\} \cong \eta \cdot [Gr_E] \cdot \{V_E\} \cdot \{V'_E\} \Rightarrow \eta \cdot \{V'_E\} \cong \{F_E\} / [Gr_E]$ .

Obsérvese, que cuando el punto E se mueve con velocidad crítica  $(V_E \cong 1)$ , este no puede ser acelerado para incrementar su módulo  $(V_E)$ , por lo que según el concepto clásico de aceleración (fuerza/masa) el punto E a velocidad crítica presentaría un comportamiento similar al de una partícula sin masa y sin carga eléctrica.

De la ecuación de equilibrio inercial, se pueden deducir otros conceptos, como por ejemplo la posibilidad de obtención de aceleraciones de traslación asociadas a variaciones de masa, sin necesidad de ser inducidas por fuerzas de campo.

En la ecuación de equilibrio inercial quedaría por establecer criterios, como por ejemplo determinar si el vector director del coeficiente de giro puede estar afectado por la curvatura de espacio-evento, o determinar la dirección del vector de aceleración de traslación para condiciones en de curvatura nula espacio-evento como pudo ser toda condición del instante inicial de tiempo ( $X \equiv 0$ ), ( $V=0$ ), donde posiblemente existiese aleatoriedad en la dirección de todo vector de aceleración, lo que indujo una condición de aleatoriedad en la formulación del instante inicial.

El vector de fuerza  $\{f_E\}_N$  es función del termino  $\Rightarrow -\{1+\{C_{E\phi}\}\cdot\{C_{N\phi}\}\}\cdot[Gr_E]_N$ . La parte estática de este término, dada por  $\Rightarrow (-1)\cdot([Gr_E]\cdot[Gr_N]_E)-[Gi_E]\cdot[Gi_N]_E$ , está asociada a la fuerza de campo estático gravitatorio (másico) y eléctrico. La parte dinámica  $\Rightarrow (-1)\cdot\{C_{E\phi}\}\cdot\{C_{N\phi}\}\cdot([Gr_E]\cdot[Gr_N]_E)-[Gi_E]\cdot[Gi_N]_E$ , está asociada a la fuerza de campo magnético másico y eléctrico. Obsérvese que esta formulación añade un concepto de fuerza maso-magnética.

La fuerza magnética se define sobre el plano de formulación definido por el plano orientado de traslación. La fuerza magnética es proporcional al producto de los vectores de coeficientes de traslación proyectados sobre el plano de formulación.

Según la teoría de campo magnético, dado un punto E, solamente las partículas N con coeficiente de traslación perpendicular a la línea de conexión EN, producen campo magnético en el punto E y por lo tanto fuerza magnética.

La formulación planteada es envolvente de la teoría de campo magnético, dado que la fuerza producida en E por todo coeficiente  $\{C_N\}$  perpendicular a la línea de conexión EN, es igual a la dada por la teoría de campo magnético, pero además introduce una fuerza adicional generada por la componente del coeficiente de traslación  $\{C_N\}$  en la dirección radial de conexión EN. Esta discrepancia podemos entenderla, dado que, si consideramos el campo magnético como el campo generado por un conjunto de partículas N, moviéndose de forma continua en el campo de espacio, el número de partículas N que se acercan según orientación radial al punto E es igual al número que se alejan, y por lo tanto el campo total generado en E es nulo, al aplicar signo contrario las fuerzas generadas en la dirección radial (+), (-). Además, hay que considerar que toda componente de traslación  $\{C_N\}$  en dirección radial de conexión EN produce una fuerza en E según su dirección principal de traslación y por lo tanto no produce una variación en su trayectoria, a diferencia de toda componente en dirección perpendicular a la conexión E-N que produce una fuerza en E perpendicular a su dirección principal de traslación y por lo tanto produce una variación en su trayectoria fácil de medir.

Consideremos la formulación de interacción entre dos puntos E y N próximos entre sí, en donde de forma aproximada la línea de conexión EN del campo interior de punto E define una dirección opuesta a la línea de conexión NE en el campo interior del punto N. En estas condiciones, se cumple con el equilibrio de fuerzas magnéticas entre ambos puntos, de acuerdo al principio de acción reacción de fuerzas. Este equilibrio de fuerzas de acción reacción no se cumple según la teoría de campo magnético.

Ejemplo: Sea el campo interior formulado por (E), donde se define el punto N, ver croquis  $\Rightarrow (\phi) \equiv (\phi_{NE})$ ;  $R \equiv (X_{NE})_E$ ;  $\{C_{E\phi}\} \equiv 0.5 \cdot e^{\hat{i}(180^\circ)}$ ;  $\{C_{N\phi}\} \equiv 0.9 \cdot e^{\hat{i}(-90^\circ)}$  Siendo:  $\{Y'_{E\phi}\}_N \equiv \{1+(0.5)\cdot(0.9)\cdot e^{\hat{i}(180-90^\circ)}\}$

Definimos la fuerza estática entre ambas partículas (FS), considerando;  $(m_E) \equiv (Gr_E)$ ;  $(m_N) \equiv (Gr_N)_E$ ;  $(q_E) \equiv (Gi_E)$ ;  $(q_N) \equiv (Gi_N)_E \Rightarrow FS \equiv k \cdot (J_E) \cdot (J_N)_E \cdot (m_N \cdot m_E - q_N \cdot q_E) / R^2$ . Obtenido  $\Rightarrow \{f_{E\phi}\}_N \equiv -FS \cdot \{Y'_{E\phi}\}_N \equiv -FS \cdot \{1+0.45 \cdot e^{\hat{i}(90^\circ)}\}$

La fuerza estática gravitatoria generada en E por la masa acoplada N, define un sentido negativo, (E→N), es decir de atracción. Para dos cargas eléctricas con el mismo signo aplica una fuerza estática de repulsión.

La fuerza magnética generada en E por el punto acoplado N, por dos cargas eléctricas del mismo signo, es proporcional al producto de los coeficientes de traslación (0.45) y orientación según (90°), ver croquis. En este caso, al ser  $\{C_{N\phi}\}$  perpendicular a la línea de conexión EN, la fuerza magnética es coincidente con la fuerza magnética generada por dos cargas eléctricas con mismo signo, aplicando la teoría de campo magnético.

Consideramos ahora el campo interior formulado por (N), donde se define el punto E, ver croquis  $\Rightarrow (\phi) \equiv (\phi_{EN})$ ;  $R \equiv (X_{EN})_N$ ;  $\{C_{EN\phi}\} \equiv 0.5 \cdot e^{\hat{i}(0^\circ)}$ ;  $\{C_{N\phi}\} \equiv 0.9 \cdot e^{\hat{i}(90^\circ)}$ . Siendo:  $\{Y'_{N\phi}\}_E \equiv \{1+(0.5)\cdot(0.9)\cdot e^{\hat{i}(0^\circ+90^\circ)}\}$ . La fuerza total resultante  $\Rightarrow \{f_{N\phi}\}_E \equiv -FS \cdot \{Y'_{N\phi}\}_E \equiv -FS \cdot \{1+0.45 \cdot e^{\hat{i}(90^\circ)}\}$ .

En este caso, al no ser  $\{C_{EN\phi}\}$  perpendicular a la línea de conexión NE, la fuerza no es coincidente con la fuerza magnética generada por dos cargas eléctricas aplicando la teoría de campo magnético que daría una fuerza nula. Observamos también, que las fuerzas obtenidas en ambos puntos con la formulación de interacción, son iguales y de sentido contrario, manteniendo el equilibrio de acción reacción entre fuerzas de interacción.



4.7 Campo global observado

El campo observado por todo contorno de formulación (E) se establece a partir de la formulación de interacción, es decir, representa el campo interior definido por (E).

De igual forma a partir de la formulación de posición, a todo contorno de formulación le llega información de contornos de campo que se trasladan principalmente con velocidad crítica ( $V \approx 1$ ).

En el campo interior, dado un punto N que se aproxima en dirección radial con velocidad crítica hacia el contorno de formulación (E), este observa dicha aproximación con variación  $\Rightarrow (X'_{N|E}) \approx \infty$ . Por lo tanto, la luz recibida por el contorno de formulación, indica el estado del campo interior en el instante de formulación. Este efecto es diferente en el campo exterior donde el contorno N se aproximaría  $\Rightarrow (X'_{N(E)}) \approx 1/2$ .

Todo contorno N del campo interior que se traslada con coeficiente ( $V_N < 1$ ), define un radio de giro de interacción infinitesimal,  $(r_{N/E}) \rightarrow 0$ , por lo que a efectos de interacción con el contorno de formulación (E), el contorno N define un punto de campo. Para valores de velocidad crítica ( $V_N \approx 1$ ), el radio de giro aumenta  $\Rightarrow (J_N) \rightarrow \infty$ , definiendo  $(r_{N/E})$  la amplitud de una onda de interacción en el campo acoplado de base N.

La frecuencia de onda es proporcional a  $[G_{iN|E}]$ . La longitud la onda estaría asociada al valor de la frecuencia de onda, trasladándose con un coeficiente de traslación crítico ( $V_N \approx 1$ ).

Referencias

#1. Planck 2013 results. XXVI. Background geometry and topology of the Universe.  
 #2. <https://www.americanscientist.org/article/a-box-of-universe>. "A Box of Universe" by Brian Hayes