Soluciones completas para las ecuaciones de campo de la teoría ECE2.

por

M. W. Evans y H. Eckardt

Civil List y AIAS / UPITEC

(www.aias.us, www.upitec.org, www.et3m.net, www.archive.org, www.webarchive.org.uk)

Traducción: Alex Hill (www.et3m.net)

Resumen.

Se presentan soluciones completas de las ecuaciones de campo de la teoría ECE2, para una onda plana electromagnética y en el espacio libre gravitacional, una densidad de flujo magnético estático $\underline{B}$, un campo gravitomagnético estático, una fuerza de campo eléctrico estático $\underline{E}$ y una aceleración gravitostática debida a la gravedad g. En cada caso, las soluciones completas incluyen los cuatro componentes vectoriales de la conexión de espín.

Palabras clave: ECE2, soluciones completas para la onda plana en el espacio libre y campos estáticos.

1. Introducción.

En el documento inmediatamente precedente (UFT380) se iniciaron actividades orientadas hacia una solución completa de las ecuaciones de campo covariantes de la teoría ECE2 [1-12] del electromagnetismo y la gravitación. Estas soluciones completas también son soluciones para las ecuaciones de campo hidrodinámicas de la teoría ECE2. La solución general requiere el considerar un conjunto de siete ecuaciones diferenciales parciales no lineales con siete incógnitas, las tres componentes del potencial vectorial y las cuatro componentes del cuatro vector de la conexión de espín. En la Sección 2, se expresan las soluciones en forma completa para una onda plana espacial libre del electromagnetismo y la gravitación, y para campos estáticos en el electromagnetismo y la gravitación.

Este documento constituye una breve sinópsis de cálculos detallados contenidos en las Notas de Acompañamiento UFT381, publicadas en los portales www.aias.us y www.upitec.org (referidos como los "portales combinados"). La Nota 381(1) brinda la solución completa para ondas planas del electromagnetismo y la gravitación en el espacio libre, soluciones que incluyen las conexiones de espín relevantes y que cumplen las leyes de antisimetría de la teoría ECE2. La Nota 381(2) presenta soluciones particulares de las leyes de antisimetría. La Nota 381(3) utiliza estas soluciones particulares para dar la solución completa para la densidad de flujo magnético estático ($\underline{B}$) y el campo gravitomagnético estático ($\underline{\Omega}$). Las Notas 381(4) a 381(8) dan la solución completa para la fuerza de campo eléctrico estático $\underline{E}$.

La Sección 3 incluye análisis numérico y gráfico de algunas soluciones seleccionadas.

2. Algunas soluciones completas.

Las ecuaciones de campo covariantes ECE2 de la electrodinámica [1-12] son:

$$\underline{\nabla} \cdot \underline{B} = \underline{\kappa} \cdot \underline{B} \tag{1}$$

$$\underline{\nabla} \cdot \underline{E} = \underline{\kappa} \cdot \underline{E} \tag{2}$$

$$\frac{\partial \underline{B}}{\partial t} + \underline{\nabla} \times \underline{E} = -(\kappa_0 c \underline{B} + \underline{\kappa} \times \underline{E}) \tag{3}$$

$$\underline{\nabla} \times \underline{B} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial \underline{E}}{\partial t} = \frac{\kappa_0}{c}\underline{E} + \underline{\kappa} \times \underline{B} = \mu_0 \underline{J} \tag{4}$$

$$\kappa_0 = 2\left(\frac{q_0}{r^{(0)}} - \frac{\omega_0}{c}\right) = 2\left(\frac{A_0}{A^{(0)} r^{(0)}} - \frac{\omega_0}{c}\right) \tag{5}$$

$$\underline{\kappa} = 2\left(\frac{\underline{q}}{r^{(0)}} - \underline{\omega}\right) = 2\left(\frac{\underline{A}}{A^{(0)} r^{(0)}} - \underline{\omega}\right) \tag{6}$$

en la notación de los documentos UFT316 y UFT317. Aquí, $\underline{B}$ es la densidad de flujo magnético, $\underline{E}$ es la fuerza de campo eléctrico, ρ es la densidad de carga eléctrica, ϵ_0 es la permitividad en el vacío en unidades del S. I., $\underline{J}$ es la densidad de corriente eléctrica, y μ_0 es la permeabilidad en el vacío. Las componentes del cuatro-vector kappa:

$$\kappa^\mu = (\kappa_0, \underline{\kappa}) \tag{7}$$

se definen mediante:

$$K_0 = 2\left(\frac{q_0}{r^{(0)}} - \frac{\omega_0}{c}\right) \tag{8}$$

y

$$\underline{K} = 2\left(\frac{\underline{q}}{r^{(0)}} - \underline{\omega}\right) \tag{9}$$

El cuatro vector de la conexión de espín se definen mediante:

$$\omega^\mu = \left(\frac{\omega_0}{c}, \underline{\omega}\right) \tag{10}$$

y el cuatro vector del potencial se define mediante:

$$A^\mu = \left(\frac{\phi}{c}, \underline{A}\right) \tag{11}$$

donde ϕ es el potencial escalar y $\underline{A}$ es el potencial vectorial. Las unidades relevantes del S. I. son las siguientes:

$$\begin{aligned} \underline{E} &= \text{volt}\, m^{-1} = J C^{-1} m^{-1} \\ \underline{A} &= J s C^{-1} m^{-1} \\ \phi &= \text{volt} = J C^{-1} \\ \underline{B} &= J s C^{-1} m^{-2} \\ \omega_0 &= s^{-1},\ \underline{\omega} = m^{-1} \end{aligned} \tag{12}$$

Las componentes del cuatro-vector kappa son:

$$K_0 = 2\left(\frac{A_0}{A^{(0)} r^{(0)}} - \frac{\omega_0}{c}\right) \tag{13}$$

y

$$\underline{K} = 2\left(\frac{\underline{A}}{A^{(0)} r^{(0)}} - \underline{\omega}\right) \tag{14}$$

en donde se ha utilizado la hipótesis ECE:

$$A_0 = A^{(0)} q_0 \tag{15}$$

$$\underline{A} = A^{(0)} \underline{q} \tag{16}$$

En general, las ecuaciones de campo permiten la existencia de una densidad de carga / corriente magnética, es decir un monopolo magnético (o densidad de carga) y una densidad de corriente magnética. La densidad de carga magnética es igual a cero si y sólo si:

$$\underline{K} \cdot \underline{B} = 0 \tag{17}$$

$$K_0 c \underline{B} + \underline{K} \times \underline{E} = \underline{0} \tag{18}$$

En el espacio libre:

$$\underline{\nabla} \cdot \underline{B} = 0 \tag{19}$$

$$\underline{\nabla} \cdot \underline{E} = 0 \tag{20}$$

$$\frac{\partial \underline{B}}{\partial t} + \underline{\nabla} \times \underline{E} = \underline{0} \tag{21}$$

$$\underline{\nabla} \times \underline{B} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial \underline{E}}{\partial t} = \underline{0} \tag{22}$$

y

$$\underline{K} \cdot \underline{E} = \rho / \epsilon_0 = 0 \tag{23}$$

$$\frac{K_0}{c} \underline{E} + \underline{K} \times \underline{B} = \mu_0 \underline{J} = \underline{0} \tag{24}$$

Las Ecs. (17) a (22) se satisfacen a través de las ondas planas:

$$\underline{E} = \frac{E^{(0)}}{\sqrt{2}} \left(\underline{i} - i \underline{j} \right) e^{i\phi} \tag{25}$$

$$\underline{B} = \frac{B^{(0)}}{\sqrt{2}} \left(i \underline{i} + \underline{j} \right) e^{i\phi} \tag{26}$$

donde:

$$\phi = \omega t - KZ \tag{27}$$

y donde ω es la frecuencia angular de la onda en el punto Z y en el instante t. El sector de onda se define mediante

$$K = \frac{\omega}{c}. \tag{28}$$

Las Ecs. (23) a (24) se satisfacen mediante:

$$K_0 = 0 \tag{29}$$

$$\underline{K} = \underline{0} \tag{30}$$

de manera que:

$$q_0 = r^{(0)} \frac{\omega_0}{c} \tag{31}$$

y

$$\underline{q} = r^{(0)} \underline{\omega}. \tag{32}$$

La fuerza de campo eléctrico viene dada por:

$$\underline{E} = -\frac{\partial \underline{A}}{\partial t} - \omega_0 \underline{A} \tag{33}$$

y la densidad de flujo magnético por:

$$\underline{B} = \underline{\nabla} \times \underline{A} - \underline{\omega} \times \underline{A} \tag{34}$$

Cuando se utiliza con:

$$\underline{\nabla} \cdot \underline{B} = 0 \tag{35}$$

las Ecs. (33) y (34) implican:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\underline{\omega} \times \underline{A}\right) + \underline{\nabla} \times \left(\omega_0 \underline{A}\right) = \underline{0} \tag{36}$$

Las leyes de antisimetría a partir de la Ec. (34) implican:

$$\left(\frac{\partial}{\partial Y} - \omega_Y\right) A_Z = -\left(\frac{\partial}{\partial Z} - \omega_Z\right) A_Y \tag{37}$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial Z} - \omega_Z\right) A_X = -\left(\frac{\partial}{\partial X} - \omega_X\right) A_Z \tag{38}$$

$$\left(\frac{\partial}{\partial X} - \omega_X\right) A_Y = -\left(\frac{\partial}{\partial Y} - \omega_Y\right) A_X \tag{39}$$

Considerando el potencial de onda plana:

$$\underline{A} = \frac{A^{(0)}}{\sqrt{2}}\left(i\underline{i} + \underline{j}\right) e^{i\phi} \tag{40}$$

las leyes de antisimetría se reducen a:

$$\partial A_X/\partial Z = \omega_Z A_X = -i\kappa_Z A_X \tag{41}$$
$$\partial A_Y/\partial Z = \omega_Z A_Y = -i\kappa_Z A_Y \tag{42}$$
$$-\omega_X A_Y = \omega_Y A_X \tag{43}$$

Se deduce que:

$$\mathrm{Real}(\omega_Z) = 0 \tag{44}$$

y por inspección, la conexión de espín es la onda plana:

$$\underline{\omega} = \frac{\omega^{(0)}}{\sqrt{2}}(-i\underline{i}+\underline{j})e^{-i\phi} \tag{45}$$

A partir de la Ec. (32):

$$\underline{\omega} = \frac{\underline{A}^*}{A^{(0)}r^{(0)}} \tag{46}$$

donde $\underline{A}^*$ es el complejo conjugado de $\underline{A}$:

$$\underline{A}^* = \frac{A^{(0)}}{\sqrt{2}}(-i\underline{i}+\underline{j})e^{-i\phi} \tag{47}$$

Finalmente, la Ec. (36) implica que:

$$\omega_0 = 0 \tag{48}$$

La solución completa para las ondas planas en el espacio libre, en ausencia de una densidad de carga/corriente magnética es, por lo tanto:

$$\begin{aligned} \underline{E} &= \frac{E^{(0)}}{\sqrt{2}}(\underline{i}-i\underline{j})e^{i\phi} \\ \underline{B} &= \frac{B^{(0)}}{\sqrt{2}}(i\underline{i}+\underline{j})e^{i\phi} \\ \underline{A} &= \frac{A^{(0)}}{\sqrt{2}}(i\underline{i}+\underline{j})e^{i\phi} \\ \kappa_0 &= 0, \quad \underline{\kappa} = \underline{0} \\ \omega_0 &= 0, \quad \underline{\omega} = \frac{\omega^{(0)}}{\sqrt{2}}(-i\underline{i}+\underline{j})e^{-i\phi} \end{aligned} \tag{49}$$

Esto constituye la solución de un ejemplo sencillo. En general, tal como se describió en el documento UFT380, las ecuaciones de campo homogéneas:

$$\underline{\nabla}\cdot\underline{B} = 0 \tag{50}$$

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = \mathbf{0} \tag{51}$$

junto con la Ec. (37) hasta la Ec. (39) dan lugar a siete ecuaciones con siete incógnitas. Las ecuaciones se incluyeron en el documento UFT380.

Las leyes de antisimetría (37) a (39) son fundamentales para la física, tal como se comentó en los documentos UFT131 - UFT134 y en el documento UFT350. Constituyen una restricción rigurosa y permiten sólo ciertos tipos de soluciones. La Nota 381(2) analiza algunas soluciones particulares, tales como:

$$\frac{\partial A_Z}{\partial Y} = -\frac{\partial A_Y}{\partial Z}, \quad -\omega_Y A_Z = \omega_Z A_Y \tag{52}$$

$$\frac{\partial A_X}{\partial Z} = -\frac{\partial A_Z}{\partial X}, \quad -\omega_Z A_X = \omega_X A_Z \tag{53}$$

$$\frac{\partial A_Y}{\partial X} = -\frac{\partial A_X}{\partial Y}, \quad -\omega_X A_Y = \omega_Y A_X \tag{54}$$

Otro conjunto de soluciones particulares es:

$$\frac{\partial A_Z}{\partial Y} = \omega_Z A_Y \tag{55}$$

$$\frac{\partial A_X}{\partial Z} = \omega_X A_Z \tag{56}$$

$$\frac{\partial A_Y}{\partial X} = \omega_Y A_X \tag{57}$$

Estas soluciones particulares son de utilidad para hallar la densidad de flujo magnético estático a partir de las ecuaciones de campo ECE2 como se indica a continuación.

En dos dimensiones:

$$\left(\frac{\partial}{\partial X} - \omega_X\right) A_Y = -\left(\frac{\partial}{\partial Y} - \omega_Y\right) A_X \tag{58}$$

que posee soluciones particulares con consistencia interna:

$$\frac{\partial A_Y}{\partial X} = -\frac{\partial A_X}{\partial Y} \tag{59}$$

$$-\omega_X A_Y = \omega_Y A_X \tag{60}$$

Consideremos el conocido [1-12] potencial vectorial plano magnético:

$$\mathbf{A} = \frac{B^{(0)}}{2}\left(-Y\mathbf{i} + X\mathbf{j}\right) \tag{61}$$

Se deduce que:

$$\frac{\partial A_Y}{\partial X} = -\frac{\partial A_X}{\partial Y} \tag{62}$$

que es la Ec. (59), Q. E. D. Utilizando:

$$A_X = \frac{B^{(0)}}{2} Y \; ; \; A_Y = \frac{B^{(0)}}{2} X \tag{63}$$

la Ec. (60) da:

$$Y \omega_X = X \omega_Y \tag{64}$$

Más aún:

$$\frac{\partial A_X}{\partial Y} = -\frac{B^{(0)}}{2} , \quad \frac{\partial A_Y}{\partial X} = \frac{B^{(0)}}{2} \tag{65}$$

A partir de las Ecs. (57), (60), (64) y (65):

$$\omega_Y = -\frac{1}{Y} , \quad \omega_X = -\frac{1}{X} \tag{66}$$

y el vector de conexión de espín es:

$$\underline{\omega} = -\left(\frac{1}{X} \underline{i} + \frac{1}{Y} \underline{j} \right) \tag{67}$$

Q. E. D. Se deduce, como en la Nota 381(3), que:

$$\underline{\omega} \times \underline{A} = -B^{(0)} \underline{k} \tag{68}$$

y:

$$\underline{B} = \underline{\nabla} \times \underline{A} - \underline{\omega} \times \underline{A} = 2B^{(0)} \underline{k} \tag{69}$$

Qué es la densidad de flujo magnético estático requerido según el eje *Z*, Q. E. D.

La fuerza de campo eléctrico es igual a cero en magnetostática, de manera que:

$$\underline{E} = -\frac{\partial \underline{A}}{\partial t} - \omega_0 \underline{A} = \underline{0} \tag{70}$$

No existe dependencia temporal en la magnetostática, de manera que:

$$\frac{\partial \underline{A}}{\partial t} = \underline{0} \tag{71}$$

Se deduce que:

$$\omega_0 = 0 \qquad (72)$$

y que la Ec. (36) se reduce a:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\underline{\omega} \times \underline{A}) = \underline{0} \qquad (73)$$

Esto se cumple a partir de la Ec. (68), Q. E. D.

$$\frac{\partial}{\partial t}(\underline{\omega} \times \underline{A}) = -\frac{\partial B^{(0)}}{\partial t}\underline{k} = \underline{0} \qquad (74)$$

La Ley de Ampere de la teoría ECE2:

$$\underline{\nabla} \times \underline{B} = \mu_0 \underline{J} \qquad (75)$$

significa que $\underline{J}$ desaparece para la densidad de flujo magnético (69). Una densidad de corriente neta igual a cero es consistente con el hecho que la densidad de carga eléctrica es igual a cero porque no hay presente una fuerza de campo eléctrico.

La solución completa para la densidad de flujo magnético $\underline{B}$ es, por lo tanto:

$$\underline{B} = 2B^{(0)}\underline{k}, \quad \underline{E} = \underline{0},$$
$$\underline{A} = \frac{B^{(0)}}{2}(-Y\underline{i} + X\underline{j}) \qquad (76)$$
$$\omega_X = -\frac{1}{X}, \quad \omega_Y = -\frac{1}{Y}$$

Las ecuaciones de campo ECE2 para la fuerza de campo eléctrico estático $\underline{E}$ son:

$$\underline{E} = -\underline{\nabla}\phi + \underline{\omega}\phi = -\frac{\partial \underline{A}}{\partial t} - \omega_0 \underline{A} \qquad (77)$$
$$\underline{\nabla} \times \underline{E} = 0 \qquad (78)$$
$$\underline{\nabla} \cdot \underline{E} = \rho/\epsilon_0 \qquad (79)$$
$$\partial \underline{E}/\partial t = \underline{0} \qquad (80)$$
$$\underline{B} = \underline{\nabla} \times \underline{A} - \underline{\omega} \times \underline{A} = \underline{0}. \qquad (81)$$

La Ec. (77) es la ley de antisimetría de la electrostática ECE2. La Ec. (81) en forma de componentes da lugar a tres ecuaciones:

$$\frac{\partial A_Z}{\partial Y} - \frac{\partial A_Y}{\partial Z} = \omega_Y A_Z - \omega_Z A_Y \qquad (82)$$
$$\frac{\partial A_X}{\partial Z} - \frac{\partial A_Z}{\partial X} = \omega_Z A_X - \omega_X A_Z \qquad (83)$$
$$\frac{\partial A_Y}{\partial X} - \frac{\partial A_X}{\partial Y} = \omega_X A_Y - \omega_Y A_X \qquad (84)$$

Las Ecs. (77) y (78) dan:

$$\frac{\partial}{\partial t} \underline{\nabla} \times \underline{A} + \underline{\nabla} \times \left(\omega_0 \underline{A} \right) = \underline{0} \tag{85}$$

En cuanto a la magnetostática:

$$\frac{\partial \underline{A}}{\partial t} = \underline{0} \tag{86}$$

de manera que

$$\underline{\nabla} \times \left(\omega_0 \underline{A} \right) = \omega_0 \underline{\nabla} \times \underline{A} + \underline{A} \times \underline{\nabla} \omega_0 = \underline{0} \tag{87}$$

que da lugar a tres ecuaciones de componentes:

$$\omega_0 \left(\frac{\partial A_Z}{\partial Y} - \frac{\partial A_Y}{\partial Z} \right) + A_Z \frac{\partial \omega_0}{\partial Y} - A_Y \frac{\partial \omega_0}{\partial Z} = 0 \tag{88}$$

$$\omega_0 \left(\frac{\partial A_X}{\partial Z} - \frac{\partial A_Z}{\partial X} \right) + A_X \frac{\partial \omega_0}{\partial Z} - A_Z \frac{\partial \omega_0}{\partial X} = 0 \tag{89}$$

$$\omega_0 \left(\frac{\partial A_Y}{\partial Z} - \frac{\partial A_X}{\partial Y} \right) + A_Y \frac{\partial \omega_0}{\partial X} - A_X \frac{\partial \omega_0}{\partial Y} = 0 \tag{90}$$

La Ley de Coulomb:

$$\underline{\nabla} \cdot \underline{E} = \rho / \epsilon_0 \tag{91}$$

da:

$$\frac{\partial}{\partial t} \underline{\nabla} \cdot \underline{A} + \omega_0 \underline{\nabla} \cdot \underline{A} + \underline{A} \cdot \underline{\nabla} \omega_0 = -\rho / \epsilon_0 \tag{92}$$

que en formato de componentes es:

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial A_X}{\partial X} + \frac{\partial A_Y}{\partial Y} + \frac{\partial A_Z}{\partial Z} \right) + \omega_0 \left(\frac{\partial A_X}{\partial X} + \frac{\partial A_Y}{\partial Y} + \frac{\partial A_Z}{\partial Z} \right) + A_X \frac{\partial \omega_0}{\partial X} + A_Y \frac{\partial \omega_0}{\partial Y} + A_Z \frac{\partial \omega_0}{\partial Z} = -\rho / \epsilon_0 \tag{93}$$

Las Ecs. (82) a (84), (88) a (90), y (93) son siete ecuaciones con siete incógnitas:

$$A_X, A_Y, A_Z, \omega_0, \omega_X, \omega_Y, \omega_Z \tag{94}$$

dado que ρ / ϵ_0 se conoce en forma experimental.

De manera que la densidad de flujo eléctrico puede hallarse en general a través de la resolución de estas ecuaciones.

Puede hallarse una solución ejemplo suponiendo que el campo de Coulomb, que es uno de las leyes evaluadas con mayor precisión en el campo de la física:

$$\underline{E} = -\underline{\nabla}\phi + \underline{\omega}\phi = -\frac{e_2}{4\pi\epsilon_0 r^3}\underline{r}. \tag{95}$$

Esto posee la solución

$$\phi = -\frac{e_2}{8\pi\epsilon_0 r}, \quad \underline{\omega} = \frac{\underline{r}}{r^2}, \tag{96}$$

$$\underline{\nabla}\phi = \frac{e_2}{8\pi\epsilon_0 r^3}\underline{r}, \quad \underline{\omega}\phi = -\frac{e_2}{8\pi\epsilon_0 r^3}\underline{r} \tag{97}$$

de manera que la fuerza de campo eléctrico es proporcional a $\underline{A}$:

$$\underline{E} = -\omega_0\underline{A} = -\frac{e_2}{4\pi\epsilon_0 r^3}\underline{r}. \tag{98}$$

A partir de la Ec. (80):

$$\underline{A}\frac{\partial\omega_0}{\partial t} = \underline{0} \tag{99}$$

de manera que la conexión de espín escalar es independiente del tiempo:

$$\frac{\partial\omega_0}{\partial t} = 0 \tag{100}$$

A partir de la . Ec. (78):

$$\underline{\nabla}\times(\omega_0\underline{A}) = \omega_0\underline{\nabla}\times\underline{A} + \underline{A}\times\underline{\nabla}\omega_0 = \underline{0} \tag{101}$$

Utilizando:

$$\underline{A} = \frac{e_2}{4\pi\epsilon_0\omega_0}\frac{\underline{r}}{r^3} \tag{102}$$

se deduce que:

$$\omega_0\underline{\nabla}\times\underline{A} = \underline{0} \tag{103}$$

de manera que

$$\underline{A} \times \underline{\nabla} \omega_0 = \underline{0} \tag{104}$$

Una posible solución es:

$$\underline{A} = \frac{e_z}{4\pi\epsilon_0 \omega_0 c} \underline{\nabla} \omega_0 \tag{105}$$

de manera que

$$\underline{\nabla} \omega_0 = c \frac{\underline{r}}{r^3} \tag{106}$$

y

$$\omega_0 = -\frac{c}{r} \tag{107}$$

La solución completa para la fuerza de campo eléctrico estático es

$$\underline{E} = -\omega_0 \underline{A} = -\frac{e_z}{4\pi\epsilon_0 r^3} \underline{r}, \tag{108}$$

$$\omega_0 = -c/r, \quad \underline{\omega} = \underline{r}/r^3, \tag{109}$$

$$\phi = -\frac{e_z}{8\pi\epsilon_0 r}, \underline{A} = -\frac{e_z}{4\pi\epsilon_0 r^2 c} \underline{r}, \tag{110}$$

$$\partial \underline{A}/\partial t = \underline{0}. \tag{111}$$

Tal como se muestra en detalle en la Nota 381(5), existe una solución con una estructura idéntica para las ecuaciones de campo gravitostático de la teoría ECE2:

$$\underline{g} = -\underline{\nabla}\Phi + \underline{\omega}\Phi = -\frac{\partial \underline{Q}}{\partial t} - \omega_0 \underline{Q}, \quad Q^\mu = \left(\frac{\Phi}{c}, \underline{Q}\right) \tag{112}$$

$$\underline{\nabla} \times \underline{g} = \underline{0} \tag{113}$$

$$\underline{\nabla} \cdot \underline{g} = 4\pi G \rho_M \tag{114}$$

$$\partial \underline{g}/\partial t = \underline{0} \tag{115}$$

$$\underline{\Omega} = \underline{\nabla} \times \underline{Q} - \underline{\omega} \times \underline{Q} = \underline{0} \tag{116}$$

donde Φ es el potencial escalar gravitacional, $\underline{Q}$ es el potencial vectorial gravitacional, Q^μ es el cuatro-vector gravitacional:

$$Q^\mu = \left(\frac{\Phi}{c}, \underline{Q}\right) \tag{117}$$

g es el campo gravitostático, $\underline{\Omega}$ es el campo gravitomagnético, G es la constante de Newton y ρ_M es la densidad de masa fuente. Las unidades relevantes en el S. I. son las siguientes:

$$\underline{g} = m\,s^{-2}$$

$$\Phi = m^2 s^{-2}, \quad \underline{Q} = m\,s^{-1} \tag{118}$$

$$\omega_0 = s^{-1}$$

La solución completa para la gravitostática de la teoría ECE2 es:

$$\underline{g} = -\omega_0 \underline{Q} = -\frac{MG}{r^3}\underline{r} \tag{119}$$

$$\omega_0 = -c/r, \quad \underline{\omega} = \underline{r}/r^3 \tag{120}$$

$$\Phi = -\frac{MG}{2r}, \quad \underline{Q} = -\frac{MG}{cr^2}\underline{r} \tag{121}$$

$$\partial \underline{Q}/\partial t = \underline{0} \tag{122}$$

Finalmente, las Notas 381(6) y 381(7) verifican que las leyes de antisimetría se cumplen. Por ejemplo, en electrostática de la teoría ECE2:

$$\underline{\omega} = \underline{r}/r^2, \quad \underline{A} = -\frac{e_z}{4\pi\epsilon_0 c}\frac{\underline{r}}{r^2} \tag{123}$$

de manera que:

$$\underline{\omega} \times \underline{A} = \underline{0} \tag{124}$$

En formato de componentes:

$$\omega_Y A_Z - \omega_Z A_Y = 0 \tag{125}$$

$$\omega_Z A_X - \omega_X A_Z = 0 \tag{126}$$

$$\omega_X A_Y - \omega_Y A_X = 0 \tag{127}$$

A partir de la Ec. (123):

$$A_X = -\frac{e_z}{4\pi\epsilon_0 c}\frac{X}{(X^2+Y^2+Z^2)} \tag{128}$$

$$A_Y = -\frac{e_z}{4\pi\epsilon_0 c}\frac{Y}{(X^2+Y^2+Z^2)} \tag{129}$$

de manera que:

$$\partial A_X/\partial Y = \frac{e_z}{2\pi\epsilon_0 c}\frac{XY}{(X^2+Y^2+Z^2)^2} \tag{130}$$

y:

$$\partial A_Y/\partial X = \frac{e_z}{2\pi\epsilon_0 c}\frac{YX}{(X^2+Y^2+Z^2)^2} \tag{131}$$

$$\frac{\partial A_X}{\partial Y} = \frac{\partial A_Y}{\partial X} \tag{132}$$

et cyclicum. Por lo tanto, se cumplen las leyes de antisimetría para $\underline{A}$:

$$\frac{\partial A_X}{\partial Y} - \frac{\partial A_Y}{\partial X} = \omega_X A_Y - \omega_Y A_X = 0 \qquad (133)$$

et cyclicum.

Agradecimientos.

Se agradece al Gobierno Británico por la Pensión Civil Vitalicia y al equipo técnico de AIAS y otros por muchas discusiones intereantes. Se agradece a Dave Burleigh, CEO de Annexa Inc. como anfitrión del portal www.aias.us , el mantenimiento al mismo y la programación de retroalimentación. Se agradece a Alex Hill por las traducciones y lecturas en idioma castellano y a Robert Cheshire por las lecturas en idioma inglés.

Referencias bibliográficas.

[1] M. W. Evans. H. Eckardt, D. W. Lindstrom y S. J. Crothers. "ECE2: El Segundo Cambio Paradigmático" (de libre acceso en los portales combinados www.aias.us y www.upitec.org como UFT366 y ePubli en prep., traducción al castellano por Alex Hill).

[2] M. W. Evans. H. Eckardt. D. W. Lindstrom y S. J. Crothers. "Principios de ECE" (de libre acceso como UFT350 y en la Sección en Español. ePubli. Berlín 2016. Enc. dura. New Generation. Londres. Enc. blanda. Traducción al castellano por Alex Hill, Sección en Español del portal www.aias.us).

[3] M. W. Evans. S. J. Crothers, H. Eckardt y K. Pendergast. "Criticisms of the Einstein Field Equation'" (de libre acceso como UFT301. Cambridge International. 2010).

[4] M. W. Evans. H. Eckardt y D. W. Lindstrom. "Generally Covariant Unified Field Theory" (Abramis 2005 - 2011. En siete volúmenes con enc. blanda. De libre acceso en docs relevantes de la serie UFT, en ambos portales).

[5] L. Felker. Las Ecuaciones de Evans de la Teoría de Campo Unificado'" (Abramis 2007. De libre acceso como UFT302, traducción al castellano por Alex Hill).

[6] H. Eckardt. "'The ECE Engineering Model'" (de libre acceso como UFT303. Ecuaciones reunidas).

[7] M. W. Evans. '·Collected Scientometrics (de libre acceso como UFT307. New Generation 2015).

[8] M. W. Evans y L. B Crowell, "'Classical and Quantum Electrodynamics and the $B_{(3)}$ Field" (World Scientific 2001. De libre acceso en la Sección Omnia del portal www.aias.us).

[9] M. W. Evans y S. Kielich (eds.), "Modern Nonlinear Optics" (Wiley Interscience, Nueva York. 1992. 1993. 1997. 2001) en dos ediciones y seis volúmenes.

[10] M. W. Evans y J.-P. Vigier. "The Enigmatic Photon". (Kluwer. 1994 a 2002, en cinco volúmenes con enc. dura y blanda. De libre acceso en la Sección Omnia Opera del portal www.aias.us).

[11] M. W. Evans. Ed. "Definitive Refutations of the Einsteinian General Relativity" (Cambridge International, 2012. De libre acceso en los portales mencionados).

[12] M.W. Evans y A. A. Hasanein, "The Photomagneton in Quantum Field Theory'· (World Scientific, 1994).