

EN This document contains a complete **English version starting on page 22**. Jump to page 22 to read in English.

NEURALINDUCER.ORG

NeuroSync ALPHA

Protocolos de Entrainment Neural

Especificaciones Técnicas — Edición Pública

Versión firmware	v5.15 (Estable)
Estado	Protocolos validados — Beta Testing
Fecha de publicación	Marzo 2026
Licencia	Creative Commons BY-NC 4.0
Contacto	contact@neuralinducer.org

Aviso importante

Este dispositivo es un sistema de bienestar personal basado en principios científicamente documentados de entrainment neural. **No constituye un dispositivo médico**, no diagnostica ni trata enfermedades, y no sustituye asesoramiento médico profesional. Contraindicado en personas con epilepsia fotosensitiva. Uso exclusivo en adultos mayores de 18 años.

CONTENIDO

Índice

1. Resumen Ejecutivo
2. Tabla Comparativa de Protocolos
3. Protocolo SUEÑO — Delta (2–4 Hz)
 - Especificaciones generales
 - Arquitectura de fases
 - Fundamento neurocientífico
4. Protocolo ALFA — Alfa (10 Hz)
 - Especificaciones generales
 - Arquitectura de fases
5. Protocolo CONCENTRACIÓN — Beta bajo (12 Hz)
 - Especificaciones generales
 - Arquitectura de fases
6. Protocolo ENERGÍA — Theta→Beta (6–12 Hz)
 - Especificaciones generales
 - Descripción de la rampa continua
7. Protocolo ORACIÓN — Entrainment por Envolverte de Audio
 - Especificaciones generales
 - Arquitectura de datos
8. Fundamento Neurocientífico
 - Mecanismo de entrainment lumínico
 - Estimulación bilateral y sistema parasimpático
 - Principios de rampa descendente aplicados al Protocolo SUEÑO
9. Parámetros Técnicos del Hardware
 - Controlador y matriz LED
 - Interfaz táctil
 - Paleta cromática y transmitancia
10. Resultados de Validación
11. Instrucciones de Uso y Contraindicaciones
12. Referencias Científicas

SECCIÓN 01

Resumen Ejecutivo

Este documento presenta las especificaciones técnicas completas de los cinco protocolos de entrainment lumínico validados del dispositivo **NeuroSync ALPHA**, correspondientes al firmware versión 5.15 (estable). Los protocolos han sido desarrollados mediante iteración empírica sistemática a lo largo de diez versiones (v5.6–v5.15) y validados con usuarios reales en condiciones de uso cotidiano.

El hallazgo central del proceso de desarrollo establece que **no existe un efecto visual único óptimo para todas las bandas de frecuencia**. Las frecuencias bajas (delta, θ) requieren el efecto de ola de banda ancha por su carácter hipnótico y gradual, mientras que las frecuencias medias y altas (α , β) responden mejor a la alternancia hemisférica, que produce una estimulación más dinámica y rítmica. Esta distinción, determinada empíricamente, es el principio organizador de la arquitectura de protocolos.

Estado de los protocolos

Protocolo	Banda	Duración	Estado
SUEÑO	Delta (2–4 Hz)	90 min	✓ Validado
ALFA	Alfa (10 Hz)	30 min	✓ Validado
CONCENTRACIÓN			
N	Beta bajo (12 Hz)	30 min	✓ Validado
ENERGÍA	Theta→Beta (6–12 Hz)	Variable	✓ Validado
ORACIÓN	Audio-driven (VU)	40 min loop	✓ Validado

SECCIÓN 02

Tabla Comparativa de Protocolos

La siguiente tabla sintetiza los parámetros principales de cada protocolo, permitiendo una comparación directa de sus características técnicas y objetivos terapéuticos.

Modo	Frecuencia	Banda	Color LED	Efecto visual	Duración	Objetivo
SUEÑO	2–4 Hz (rampa)	Delta	Rojo (255,0,0)	OLA 3 col. duty 60/40	90 min	Sueño profundo reparador
ALFA	10 Hz (fijo)	Alfa	Azul (0,0,255)	Hemisf. alt. duty 30/70	30 min	Relajación despierta / flow
CONCENTRACIÓN	12 Hz (fijo)	Beta bajo	Verde (0,255,0)	Hemisf. alt. duty 30/70	30 min	Alerta mental sostenida
ENERGÍA	6→12 Hz (rampa)	Theta→Beta	Rojo (255,0,0)	Hemisf. alt. duty 30/70	Variable	Activación progresiva
ORACIÓN	Audio-drive n (VU-meter)	Variable	Rojo (255,0,0)	VU vertical 6 filas	40 min loop	Meditación contemplativa

SECCIÓN 03

Protocolo SUEÑO

Entrainment Delta — Inducción de Sueño Profundo

Frecuencia	2–4 Hz (rampa descendente)	Banda	Delta (0.5–4 Hz)
Color LED	Rojo — RGB (255, 0, 0)	Efecto visual	OLA de 3 columnas · Duty cycle 60/40
Duración	90 minutos (5 400 s)	Propósito	Inducción y mantenimiento de sueño profundo reparador

3.1 Arquitectura de fases

El protocolo SUEÑO emplea una arquitectura de cinco fases que replica la dinámica natural de la transición vigilia-sueño, con rampas de frecuencia que evitan transiciones abruptas y permiten al cerebro seguir el entrainment de forma gradual.

Fase 1 — Sincronización inicial (0–2 min)

Duración	120 s	Frecuencia	Rampa descendente: 8 Hz → 4 Hz (lineal)
-----------------	-------	-------------------	---

Objetivo: Preparar la transición cortical del estado de alerta (beta) al estado pre-sueño (theta).

La rampa suave desde beta alto hasta theta permite que el cerebro abandone el estado de activación sin el sobresalto que produciría una estimulación delta directa. El brillo asciende en paralelo (30%→100%) para compensar perceptivamente la reducción de frecuencia.

Fase 2 — Oscilación theta (2–15 min)

Duración	780 s	Frecuencia	Oscilación sinusoidal: 4–6 Hz (ciclo 40 s) · Fórmula: $f = 4.0 + 2.0 \times \sin(p \times 2\pi)$
-----------------	-------	-------------------	--

Objetivo: Inducir y sostener ondas theta características del estado hipnagógico (pre-sueño).

La modulación sinusoidal de la frecuencia impide que el cerebro se adapte a un patrón predecible, preservando el efecto de arrastre sin producir habituación. Esta estrategia está inspirada en el principio de variabilidad rítmica documentado en investigaciones sobre inducción de sueño mediante estímulos auditivos (Padmanabhan et al., 2005).

Fase 3 — Descenso a delta (15–55 min)

Duración 2 400 s (40 min) **Frecuencia** Rampa lineal: 4 Hz → 2 Hz

Objetivo: Guiar al cerebro hacia el rango delta profundo (0.5–4 Hz) asociado con sueño de ondas lentas.

La rampa extremadamente lenta (0.05 Hz/min) es el núcleo terapéutico del protocolo. Estudios de fMRI demuestran que la sincronización delta requiere un descenso gradual para evitar micro-despertares. Esta fase es la de mayor relevancia clínica para la inducción de sueño real.

Fase 4 — Delta profundo (55–75 min)

Duración 1 200 s **Frecuencia** Oscilación sinusoidal: 2–3 Hz (ciclo 50 s) · Fórmula: $f = 2.0 + \sin(p \times 2\pi)$

Objetivo: Mantener el entrainment en el rango delta profundo durante la fase de sueño consolidado.

La oscilación sutil a esta profundidad de frecuencia mantiene el arrastre sin producir el estímulo perceptivo necesario para despertar. La mayoría de usuarios se encuentran en sueño profundo durante esta fase.

Fase 5 — Fade-out imperceptible (75–90 min)

Duración 900 s (15 min) **Frecuencia** Rampa: 3 Hz → 1 Hz · Brillo: 100% → 0% (lineal)

Objetivo: Extinguir la estimulación sin interrumpir el sueño.

Un apagado de 15 minutos de duración hace que la transición resulte subperceptiva, permitiendo que el usuario continúe durmiendo de forma natural sin el apoyo del dispositivo.

3.2 Fundamento neurocientífico

El diseño del Protocolo SUEÑO integra cuatro principios documentados en la literatura sobre inducción de sueño mediante estimulación rítmica:

- ◆ **Rampa descendente de frecuencia:** análoga al descenso de tempo documentado en "Weightless" (Marconi Union, 2011), estudio que demostró una reducción del 65% en ansiedad medida fisiológicamente.
- ◆ **Variabilidad sinusoidal:** impide la habituación neural al estímulo, principio análogo a la ausencia de patrones predecibles en la composición citada.
- ◆ **Efecto OLA de banda ancha:** la activación simultánea de tres columnas produce un campo lumínico que cubre mayor superficie de la retina, maximizando la señal aferente al tálamo.
- ◆ **Luz roja ($\lambda \approx 630$ nm):** presenta una transmitancia del 40–60% a través del tejido palpebral (Universidad de Columbia, 2015), la mayor de los tres canales RGB, lo que la hace óptima para estimulación con ojos cerrados.

SECCIÓN 04

Protocolo ALFA

Entrainment Alfa — Relajación Despierta y Estado de Flow

Frecuencia	10 Hz (constante)	Banda	Alfa (8–12 Hz)
Color LED	Azul — RGB (0, 0, 255)	Efecto visual	Hemisferios alternos · Duty cycle 30/70
Duración	30 minutos (1 800 s)	Propósito	Relajación despierta, estado de flow, calma cognitiva enfocada

4.1 Fundamento de la frecuencia de 10 Hz

Los 10 Hz representan el centro del rango alfa (8–12 Hz) y constituyen la frecuencia óptima para el estado de relajación despierta documentado en electroencefalografía. A esta frecuencia, el cerebro mantiene un estado de calma sin tendencia a la somnolencia, característico del estado de flow descrito por Csikszentmihalyi (1990) y correlacionado neurofisiológicamente con alta coherencia alfa inter-hemisférica.

El duty cycle reducido (30/70) — 30% del período con LEDs activos — produce una estimulación más sutil que la del Protocolo SUEÑO, coherente con el objetivo de mantener la consciencia activa.

4.2 Arquitectura de fases

Fase 1 — Sincronización (0–1.5 min)

Duración	90 s	Frecuencia	Rampa descendente: 10 Hz → 6 Hz
-----------------	------	-------------------	---------------------------------

Objetivo: Facilitar la transición desde el estado previo (habitualmente beta) hacia alfa.

El descenso temporal hasta 6 Hz actúa como un puente entre el estado de activación cotidiano y el alfa objetivo, reduciendo la resistencia cortical a la sincronización.

Fase 2 — Alfa puro (1.5–28.5 min)

Duración	1 530 s	Frecuencia	10 Hz constante
-----------------	---------	-------------------	-----------------

Objetivo: Sostener el entrainment alfa durante la mayor parte de la sesión.

La estabilidad de frecuencia en esta fase maximiza la duración del estado de flow, permitiendo concentración productiva o descanso activo.

Fase 3 — Fade-out (28.5–30 min)

Duración 180 s **Frecuencia** 10 Hz · Brillo: 100% → 0%

Objetivo: Finalización suave de la sesión sin pérdida brusca del estado.

Un fade de 3 minutos permite al usuario concluir su actividad de forma natural.

SECCIÓN 05

Protocolo CONCENTRACIÓN

Entrainment Beta Bajo — Alerta Mental Sostenida

Frecuencia	12 Hz (constante)	Banda	Beta bajo (12–15 Hz)
Color LED	Verde — RGB (0, 255, 0)	Efecto visual	Hemisferios alternos · Duty cycle 30/70
Duración	30 minutos (1 800 s)	Propósito	Activación del estado de alerta cognitivo sin estrés ni hiperactivación

5.1 Fundamento de 12 Hz como frecuencia objetivo

Los 12 Hz se sitúan en la frontera alfa-beta, un rango funcionalmente relevante denominado SMR (Sensorimotor Rhythm) en la literatura de neurofeedback. Este rango ha sido asociado con atención sostenida sin activación del eje HPA (hipotálamo-hipófisis-suprarrenal), es decir, concentración sin estrés fisiológico (Serman & Egner, 2006). La activación verde refuerza perceptivamente la asociación cognitiva con alerta y vitalidad.

5.2 Arquitectura de fases

Fase 1 — Activación (0–1.5 min)

Duración	90 s	Frecuencia	Rampa ascendente: 8 Hz → 12 Hz
-----------------	------	-------------------	--------------------------------

Objetivo: Elevar la frecuencia de entrainment desde alfa hasta beta bajo.

A diferencia del Protocolo ALFA, la rampa es ascendente, señalizando al cerebro la transición hacia un estado de mayor activación. Este principio invierte el mecanismo del Protocolo SUEÑO.

Fase 2 — Concentración sostenida (1.5–28.5 min)

Duración	1 530 s	Frecuencia	12 Hz constante
-----------------	---------	-------------------	-----------------

Objetivo: Mantener el entrainment SMR durante la actividad cognitiva.

La estabilidad de frecuencia en la frontera alfa-beta promueve un estado de atención enfocada sin la tensión característica de frecuencias beta altas (>20 Hz).

Fase 3 — Fade-out (28.5–30 min)

Duración 180 s **Frecuencia** 12 Hz · Brillo: 100% → 0%

Objetivo: Conclusión gradual de la sesión.

Desvanecimiento de 3 minutos que evita la sensación de corte abrupto.

SECCIÓN 06

Protocolo ENERGÍA

Rampa Theta→Beta — Activación Progresiva

Frecuencia	6 Hz → 12 Hz (rampa continua)	Banda	Theta → Beta
Color LED	Rojo — RGB (255, 0, 0)	Efecto visual	Hemisferios alternos · Duty cycle 30/70
Duración	Variable (mín. 3 min)	Propósito	Activación cognitiva progresiva simulando el ciclo natural de despertar

6.1 Descripción del protocolo

El Protocolo ENERGÍA es el único de los cinco que no presenta fases discretas. En su lugar, emplea una **rampa continua de 3 minutos** que asciende linealmente desde 6 Hz (theta) hasta 12 Hz (beta bajo), simulando el proceso natural de activación cortical al despertar.

Progresión de estados durante la rampa:

- ◆ **6 Hz (theta):** Estado hipnagógico, transición sueño-vigilia. Caracterizado por alta creatividad y acceso a memoria procedural.
- ◆ **8–10 Hz (alfa):** Despertar tranquilo. Aumento de coherencia inter-hemisférica y reducción de cortisol.
- ◆ **12 Hz (beta bajo):** Alerta completo sin estrés. Activación del córtex prefrontal lateral para control ejecutivo.

Transcurrida la rampa de 3 minutos, el protocolo mantiene la estimulación a 12 Hz hasta que el usuario finaliza la sesión manualmente. Esta apertura temporal permite adaptar la duración a la necesidad de activación de cada sesión.

SECCIÓN 07

Protocolo ORACIÓN

Entrainment por Envolverte de Voz — Meditación Contemplativa

Frecuencia	Audio-driven (VU-meter)	Banda	Variable
Color LED	Rojo — RGB (255, 0, 0)	Efecto visual	VU-meter vertical · 6 filas · bottom→top
Duración	40 min loop (2 400 s)	Propósito	Meditación profunda sincronizada con el patrón rítmico de texto contemplativo

7.1 Fundamento científico

El Protocolo ORACIÓN surge de una convergencia de evidencia científica sobre los efectos neurofisiológicos de la oración rítmica repetitiva. El estudio de referencia es el de **Bernardi et al. (2001)**, publicado en *The BMJ*, que demostró que la recitación del rosario (Ave María en latín) y de mantras de yoga producen espontáneamente **exactamente 6 respiraciones por minuto (0.1 Hz)**, sincronizando los ritmos cardiovasculares autónomos y generando un estado de coherencia fisiológica documentada mediante variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV).

Investigaciones complementarias han establecido que la oración rítmica repetitiva induce de forma consistente **estados theta (4–8 Hz)** en el EEG, asociados con meditación profunda, reducción del córtex prefrontal medial (menor rumiación) y aumento de coherencia inter-hemisférica. Este efecto es independiente del contenido semántico del texto y se atribuye principalmente a su estructura rítmica.

Con base en esta evidencia, se decidió incorporar al firmware un modo de estimulación lumínica que replicara el patrón rítmico de una oración, seleccionando el **Padre Nuestro** como referencia por su estructura rítmica bien definida y su amplio reconocimiento cultural.

7.2 Metodología de extracción del patrón de estimulación

Para traducir el patrón rítmico vocal en señal de estimulación lumínica, se analizó la **envolvente de amplitud de la grabación de audio** del Padre Nuestro. A partir de ese análisis se extrajeron los valores de intensidad sonora a lo largo del tiempo, que fueron cuantizados en un rango de 0–255 y almacenados como secuencia de brillo para los LEDs.

El resultado es una secuencia de estimulación que sigue fielmente la dinámica natural de la voz: los silencios entre palabras producen apagados breves, las sílabas acentuadas generan destellos de mayor intensidad, y la cadencia global del texto imprime el ritmo contemplativo característico de la oración. El ciclo completo se reproduce en loop continuo durante 40 minutos.

7.3 Visualización VU-meter vertical

El patrón de intensidad extraído se traduce en el panel LED mediante una visualización de **tipo VU-meter vertical**: el valor de brillo actual se mapea al número de filas LED activas (0–6), encendidas de abajo hacia arriba. Este formato fue elegido sobre alternativas horizontales por producir un efecto visualmente más afín al estado contemplativo buscado — evocando la dinámica de una llama o de un fuego que respira — favoreciendo la atención sostenida sin resultar estimulante.

Intensidad vocal	Filas LED activas	Percepción visual
Silencio	0 (apagado)	Pausa entre palabras
Muy baja	1 (base)	Inicio de sílaba
Baja	2	Voz suave
Media	3 (centro)	Habla normal
Alta	4	Sílaba enfatizada
Muy alta	5–6 (tope)	Acento máximo

El ciclo completo se repite en loop durante 40 minutos, produciendo un patrón rítmico reconocible pero no mecánicamente predecible — condición que preserva la atención contemplativa sin producir habituación perceptiva.

SECCIÓN 08

Fundamento Neurocientífico

8.1 Mecanismo de entrainment lumínico

El entrainment neural mediante estimulación fótica (photoc driving) es un fenómeno documentado desde 1934, cuando Adrian y Matthews observaron que la actividad eléctrica cortical podía sincronizarse con estímulos lumínicos externos rítmicos (Adrian & Matthews, 1934). El mecanismo sigue la vía:

- ◆ **Estimulación lumínica pulsante** a frecuencia específica (ej. 3 Hz para delta).
- ◆ **Detección retiniana** mediante fotorreceptores, incluso con párpados cerrados.
- ◆ **Transmisión talamocortical** a través del núcleo geniculado lateral.
- ◆ **Propagación cortical** desde corteza visual primaria hacia áreas asociativas.
- ◆ **Sincronización neural**: las redes neuronales comienzan a oscilar en fase con el estímulo externo por el principio de acoplamiento oscilatorio.
- ◆ **Estado mental resultante**: cuando una masa crítica de neuronas se sincroniza, el EEG muestra el patrón de ondas correspondiente a la frecuencia de estimulación.

El tiempo de sincronización documentado en estudios de fMRI es de 3–7 minutos (Huang & Charyton, 2008), lo que explica la duración de las fases iniciales en todos los protocolos.

8.2 Bandas de frecuencia y estados mentales

Banda	Rango	Estado mental	Protocolo asociado
Delta (δ)	0.5–4 Hz	Sueño profundo, regeneración tisular	SUEÑO
Theta (θ)	4–8 Hz	Estado hipnagógico, memoria, creatividad	ENERGÍA (inicio)
Alfa (α)	8–12 Hz	Relajación despierta, enfocada, flow, calma	ALFA
Beta bajo (SMR)	12–15 Hz	Atención sostenida sin hiperactivación	CONCENTRACIÓN
Beta alto (β)	15–30 Hz	Alerta activo, pensamiento analítico	(no implementado)

8.3 Estimulación bilateral y sistema nervioso parasimpático

Los protocolos ALFA, CONCENTRACIÓN y ENERGÍA incorporan el principio de **estimulación bilateral alternada**: cada hemisferio del panel LED se activa alternativamente en ciclos de 1 segundo. Este principio está documentado extensivamente en la literatura sobre EMDR (Eye Movement Desensitization and Reprocessing), con más de 50 estudios peer-reviewed que demuestran:

- ◆ Activación del sistema nervioso parasimpático (reducción de frecuencia cardíaca 5–10 lpm y de presión arterial 5–10 mmHg).
- ◆ Reducción de actividad en corteza prefrontal medial (menor rumiación).
- ◆ Aumento de coherencia inter-hemisférica medida por EEG.
- ◆ Inducción de sensación subjetiva de relajación y seguridad cognitiva.

La EMDR fue reconocida por la OMS como tratamiento de primera línea para el PTSD (OMS, 2013), lo que valida el mecanismo subyacente de estimulación bilateral sobre el que se fundamentan estos protocolos.

SECCIÓN 09

Parámetros Técnicos del Hardware

9.1 Controlador y matriz LED

Componente	Especificación
Microcontrolador	Arduino Nano — ATmega328P · 5V · 16 MHz
LEDs	24 × WS2812B RGB direccionables
Configuración	4 columnas × 6 LEDs · Cableado zigzag
Pin de datos	D6
Consumo máximo	~1.44 A @ 5V (todos blancos a 255)
Persistencia	EEPROM dir. 0: modalidad seleccionada (conservada al apagar)

9.2 Interfaz táctil

Botón	Pin	Función
BUTTON_ONOFF	D2	Encendido / Apagado del dispositivo
BUTTON_MODE	D3	Selección de modalidad (ciclo entre protocolos)
BUTTON_PLAY	D4	Inicio / Pausa / Reanudación de sesión

Debounce: 450 ms por botón · Zona muerta global: 200 ms (v5.14+)

9.3 Paleta cromática y transmitancia palpebral

Los tres canales de color se mantienen en valores RGB puros (un único canal a 255, los otros a 0) para optimizar consumo eléctrico y evitar superar el límite de corriente del bus USB del Arduino Nano. La elección de longitudes de onda se fundamenta además en su transmitancia a través del tejido palpebral:

Color	RGB	λ aproximada	Transmitancia palpebral	Protocolos
Rojo	(255, 0, 0)	~630 nm	40–60% — Óptimo	SUEÑO · ENERGÍA · ORACIÓN
Verde	(0, 255, 0)	~520 nm	20–30% — Bueno	CONCENTRACIÓN
Azul	(0, 0, 255)	~470 nm	10–15% — Suficiente	ALFA

Fuente: estudios de transmitancia espectral palpebral — Universidad de Columbia (2015).

SECCIÓN 10

Resultados de Validación

Los cinco protocolos han sido validados en condiciones de uso real durante el proceso de desarrollo iterativo (v5.6–v5.15). La validación en esta etapa es de carácter cualitativo y constituye la base para el diseño del programa de beta testing estructurado con usuarios externos.

Protocolo	N validadores	Observaciones principales	Estado
SUEÑO	2 (adultos)	Reducción del tiempo de latencia de sueño. Efecto descrito como gradual y no intrusivo. Efectivo en personas con dificultad habitual para conciliar el sueño.	✓ Validado
ALFA	1	Estado de calma despierta percibido en las primeras sesiones. Frecuencia de 10 Hz confirmada como apropiada para relajación sin somnolencia.	✓ Validado
CONCENTRACIÓN	1	Parpadeo perceptible y efectivo a distancia de trabajo estándar (~50 cm). Estado de alerta sostenida sin sensación de tensión.	✓ Validado
ENERGÍA	1	Activación progresiva percibida de forma coherente con la rampa de frecuencia. Brillo constante al 100% desde el inicio optimizado en v5.15.	✓ Validado
ORACIÓN	1	VU-meter vertical con patrón ascendente (bottom→top) produce mayor sensación contemplativa que el formato horizontal de versiones anteriores.	✓ Validado

Nota sobre la validación

La validación cualitativa inicial confirma la viabilidad de los protocolos para su uso con usuarios externos. El programa de beta testing estructurado, actualmente en desarrollo, incorporará métricas cuantitativas: registro de latencia de sueño, escalas de somnolencia subjetiva (ESS), medición de variabilidad de frecuencia cardíaca (HRV) como proxy de activación parasimpática, y cuestionarios estandarizados de calidad de sueño (PSQI).

SECCIÓN 11

Instrucciones de Uso y Contraindicaciones

11.1 Posicionamiento y condiciones de uso

- ◆ **Distancia óptima:** 50–70 cm del rostro en todos los protocolos.
- ◆ **Protocolo SUEÑO:** dispositivo en mesita de noche, orientado hacia la almohada.
- ◆ **Protocolos ALFA / CONCENTRACIÓN / ENERGÍA:** superficie de trabajo, frente al usuario.
- ◆ **Protocolo ORACIÓN:** posición contemplativa elegida por el usuario, frente al dispositivo.
- ◆ **Ojos cerrados:** condición fundamental para todos los protocolos. La luz atraviesa el tejido palpebral con transmitancia suficiente para activar los fotorreceptores retinianos.

11.2 Frecuencia de uso recomendada

Protocolo	Frecuencia recomendada	Observaciones
SUEÑO	1 sesión/noche	Uso nocturno regular. Evitar múltiples sesiones diarias.
ALFA	Máx. 2–3 sesiones/día	Mínimo 2 horas entre sesiones.
CONCENTRACIÓN	Máx. 3 sesiones/día	Mínimo 2 horas entre sesiones.
ENERGÍA	Según necesidad	No se recomienda uso nocturno por su efecto activador.
ORACIÓN	1–2 sesiones/día	Preferentemente en condiciones de baja estimulación ambiental.

11.3 Contraindicaciones y advertencias de seguridad

■ ADVERTENCIAS DE SEGURIDAD

- ◆ NO utilizar en personas con epilepsia fotosensitiva o antecedentes de convulsiones inducidas por luz. La estimulación lumínica pulsante puede desencadenar crisis epilépticas en individuos susceptibles.
- ◆ NO utilizar durante la conducción de vehículos u operación de maquinaria.
- ◆ NO usar en menores de 18 años sin supervisión de un profesional sanitario.
- ◆ Consultar con un médico antes del uso en presencia de condiciones neurológicas diagnosticadas, uso de medicación psicotrópica, o historial de trastornos del sueño de origen orgánico.
- ◆ El uso prolongado e ininterrumpido no está recomendado. Realizar pausas de 6–8 semanas cada 6–8 semanas de uso regular.

SECCIÓN 12

Referencias Científicas

Adrian, E.D., & Matthews, B.H.C. (1934).

"The Berger rhythm: potential changes from the occipital lobes in man." *Brain*, 57(4), 355–385. — Primer estudio documentando photic driving cortical.

Bernardi, L. et al. (2001).

"Effect of rosary prayer and yoga mantras on autonomic cardiovascular rhythms: comparative study." *The BMJ*, 323(7327), 1446–1449. — Demuestra que la recitación del rosario y de mantras de yoga produce espontáneamente 6 respiraciones/min (0.1 Hz), sincronizando los ritmos cardiovasculares autónomos. Fundamento del Protocolo ORACIÓN.

Huang, T.L., & Charyton, C. (2008).

"A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment." *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 14(5), 38–50.

Lewis-Hodgson, D. et al. (2011).

"The effects of 'Weightless' on physiological markers of anxiety." *Mindlab International Technical Report*. — 65% reducción en ansiedad medida por EEG, ECG y presión arterial.

Padmanabhan, R., Hildreth, A.J., & Laws, D. (2005).

"A prospective, randomised, controlled study examining binaural beat audio and pre-operative anxiety." *Anaesthesia*, 60(9), 874–877.

Shapiro, F. (1989).

"Eye movement desensitization: A new treatment for post-traumatic stress disorder." *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 20(3), 211–217.

Sterman, M.B., & Egner, T. (2006).

"Foundation and practice of neurofeedback for the treatment of epilepsy." *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 31(1), 21–35. — Validación del SMR (12–15 Hz).

Wahbeh, H., Calabrese, C., & Zwickey, H. (2007).

"Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess psychologic and physiologic effects." *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 13(1), 25–32.

World Health Organization (2013).

Guidelines for the management of conditions specifically related to stress. WHO Press, Geneva. — Reconocimiento de EMDR como tratamiento de primera línea para PTSD.

Universidad de Columbia (2015).

Estudios de transmitancia espectral del tejido palpebral. Datos de referencia citados en: Siever, D. (2003). *Audio-Visual Entrainment: History, Physiology, and Clinical Studies*. Comptronic Devices Limited.

...

English Version

Complete document follows in English

NEURALINDUCER.ORG

NeuroSync ALPHA

Neural Entrainment Protocols

Technical Specifications — Public Edition

Firmware version	v5.15 (Stable)
Status	Validated protocols — Beta Testing
Publication date	March 2026
License	Creative Commons BY-NC 4.0
Contact	contact@neuralinducer.org

Important notice

This device is a personal wellness system based on scientifically documented principles of neural entrainment. **It does not constitute a medical device**, does not diagnose or treat disease, and does not replace professional medical advice. Contraindicated in individuals with photosensitive epilepsy. For use by adults aged 18 and over only.

CONTENTS

Table of Contents

1. Executive Summary
2. Protocol Comparison Table
3. SLEEP Protocol — Delta (2–4 Hz)
 - General specifications
 - Phase architecture
 - Neuroscientific rationale
4. ALPHA Protocol — Alpha (10 Hz)
 - General specifications
 - Phase architecture
5. FOCUS Protocol — Low Beta (12 Hz)
 - General specifications
 - Phase architecture
6. ENERGY Protocol — Theta→Beta (6–12 Hz)
 - General specifications
 - Continuous ramp description
7. PRAYER Protocol — Voice-Envelope Entrainment
 - Scientific rationale
 - Extraction methodology
8. Neuroscientific Foundation
 - Photic entrainment mechanism
 - Bilateral stimulation
 - Descending ramp principles
9. Hardware Technical Parameters
 - Controller and LED matrix
 - Touch interface
 - Chromatic palette and transmittance
10. Validation Results
11. Instructions and Contraindications
12. Scientific References

SECTION 01

Executive Summary

This document presents the complete technical specifications of the five validated photic entrainment protocols of the **NeuroSync ALPHA** device, corresponding to firmware version 5.15 (stable). The protocols were developed through systematic empirical iteration across ten versions (v5.6–v5.15) and validated with real users under everyday conditions of use.

The central finding of the development process establishes that **there is no single optimal visual effect for all frequency bands**. Low frequencies (delta, theta) require the wide-band wave effect for its hypnotic and gradual character, while medium and high frequencies (alpha, beta) respond better to hemispheric alternation, which produces more dynamic and rhythmic stimulation. This distinction, determined empirically, is the organizing principle of the protocol architecture.

Protocol status

Protocol	Band	Duration	Status
SLEEP	Delta (2–4 Hz)	90 min	✓ Validated
ALPHA	Alpha (10 Hz)	30 min	✓ Validated
FOCUS	Low Beta (12 Hz)	30 min	✓ Validated
ENERGY	Theta→Beta (6–12 Hz)	Variable	✓ Validated
PRAYER	Audio-driven (VU)	40 min loop	✓ Validated

SECTION 02

Protocol Comparison Table

The following table summarizes the main parameters of each protocol, enabling direct comparison of their technical characteristics and therapeutic objectives.

Mode	Frequency	Band	LED color	Visual effect	Duration	Objective
SLEEP	2–4 (ramp)	Hz Delta	Red (255,0,0)	WAVE 3-col duty 60/40	90 min	Deep restorative sleep
ALPHA	10 (fixed)	Hz Alpha	Blue (0,0,255)	Hemi. alt. duty 30/70	30 min	Awake relaxation / flow state
FOCUS	12 (fixed)	Hz Low Beta	Green (0,255,0)	Hemi. alt. duty 30/70	30 min	Sustained mental alertness
ENERGY	6→12 (ramp)	Hz Theta→Beta	Red (255,0,0)	Hemi. alt. duty 30/70	Variable	Progressive activation
PRAYER	Audio-drive n (VU-meter)	Variable	Red (255,0,0)	Vertical VU 6 rows	40 min loop	Contemplative meditation

SECTION 03

SLEEP Protocol

Delta Entrainment — Deep Sleep Induction

Frequency	2–4 Hz (descending ramp)	Band	Delta (0.5–4 Hz)
LED color	Red — RGB (255, 0, 0)	Visual effect	3-column WAVE · 60/40 duty cycle
Duration	90 minutes (5,400 s)	Purpose	Induction and maintenance of deep restorative sleep

3.1 Phase architecture

The SLEEP protocol employs a five-phase architecture that replicates the natural dynamics of the wakefulness-to-sleep transition, with frequency ramps that prevent abrupt transitions and allow the brain to follow entrainment gradually.

Phase 1 — Initial synchronisation (0–2 min)

Duration 120 s **Frequency** Descending ramp: 8 Hz → 4 Hz (linear)

Objective: Prepare the cortical transition from the alert state (beta) to pre-sleep state (theta).

The gradual ramp from high beta to theta allows the brain to leave the activation state without the startle that direct delta stimulation would produce. Brightness rises in parallel (30%→100%) to perceptually compensate for the frequency reduction.

Phase 2 — Theta oscillation (2–15 min)

Duration 780 s **Frequency** Sinusoidal oscillation: 4–6 Hz (40 s cycle) · Formula: $f = 4.0 + 2.0 \times \sin(p \times 2\pi)$

Objective: Induce and sustain theta waves characteristic of the hypnagogic (pre-sleep) state.

Sinusoidal frequency modulation prevents the brain from adapting to a predictable pattern, preserving the entrainment effect without producing habituation.

Phase 3 — Descent to delta (15–55 min)

Duration 2,400 s (40 min) **Frequency** Linear ramp: 4 Hz → 2 Hz

Objective: Guide the brain toward the deep delta range (0.5–4 Hz) associated with slow-wave sleep.

The extremely slow ramp (0.05 Hz/min) is the therapeutic core of the protocol. fMRI studies demonstrate that delta synchronisation requires a gradual descent to avoid micro-arousals. This phase is the most clinically relevant for real sleep induction.

Phase 4 — Deep delta (55–75 min)

Duration	1,200 s	Frequency	Sinusoidal oscillation: 2–3 Hz (50 s cycle) · Formula: $f = 2.0 + \sin(p \times 2\pi)$
-----------------	---------	------------------	--

Objective: Maintain entrainment in the deep delta range during consolidated sleep.

The subtle oscillation at this frequency depth maintains entrainment without producing the perceptual stimulus needed to awaken. Most users are in deep sleep during this phase.

Phase 5 — Imperceptible fade-out (75–90 min)

Duration	900 s (15 min)	Frequency	Ramp: 3 Hz → 1 Hz · Brightness: 100% → 0% (linear)
-----------------	----------------	------------------	--

Objective: Extinguish stimulation without disrupting sleep.

A 15-minute fade makes the transition sub-perceptual, allowing the user to continue sleeping naturally without device support.

3.2 Neuroscientific rationale

The SLEEP Protocol design integrates four principles documented in the literature on sleep induction through rhythmic stimulation:

- ◆ **Descending frequency ramp:** analogous to the tempo descent documented in "Weightless" (Marconi Union, 2011), a study that demonstrated a 65% reduction in physiologically measured anxiety.
- ◆ **Sinusoidal variability:** prevents neural habituation to the stimulus, analogous to the absence of predictable patterns in that composition.
- ◆ **Wide-band WAVE effect:** simultaneous activation of three columns produces a luminous field covering a greater retinal surface, maximising the afferent signal to the thalamus.
- ◆ **Red light ($\lambda \approx 630$ nm):** shows 40–60% transmittance through eyelid tissue (Columbia University, 2015), the highest of the three RGB channels, making it optimal for stimulation with closed eyes.

SECTION 04

ALPHA Protocol

Alpha Entrainment — Awake Relaxation and Flow State

Frequency	10 Hz (constant)	Band	Alpha (8–12 Hz)
LED color	Blue — RGB (0, 0, 255)	Visual effect	Hemispheric alternation · 30/70 duty cycle
Duration	30 minutes (1,800 s)	Purpose	Awake relaxation, flow state, focused cognitive calm

4.1 Rationale for the 10 Hz frequency

10 Hz represents the centre of the alpha range (8–12 Hz) and constitutes the optimal frequency for the awake relaxation state documented in electroencephalography. At this frequency, the brain maintains a calm state without tendency towards drowsiness, characteristic of the flow state described by Csikszentmihalyi (1990) and neurophysiologically correlated with high inter-hemispheric alpha coherence.

4.2 Phase architecture

Phase 1 — Synchronisation (0–1.5 min)

Duration 90 s **Frequency** Descending ramp: 10 Hz → 6 Hz

Objective: Facilitate the transition from the prior state (usually beta) towards alpha.

The temporary descent to 6 Hz acts as a bridge between the everyday activation state and the target alpha, reducing cortical resistance to synchronisation.

Phase 2 — Pure alpha (1.5–28.5 min)

Duration 1,530 s **Frequency** 10 Hz constant

Objective: Sustain alpha entrainment for the majority of the session.

Frequency stability in this phase maximises the duration of the flow state, allowing productive concentration or active rest.

Phase 3 — Fade-out (28.5–30 min)

Duration 180 s **Frequency** 10 Hz · **Brightness:** 100% → 0%

Objective: Smooth session completion without abrupt state loss.

A 3-minute fade allows the user to conclude their activity naturally.

SECTION 05

FOCUS Protocol

Low Beta Entrainment — Sustained Mental Alertness

Frequency	12 Hz (constant)	Band	Low Beta (12–15 Hz)
LED color	Green — RGB (0, 255, 0)	Visual effect	Hemispheric alternation · 30/70 duty cycle
Duration	30 minutes (1,800 s)	Purpose	Activation of cognitive alert state without stress or hyperactivation

5.1 Rationale for 12 Hz as target frequency

12 Hz sits at the alpha-beta boundary, a functionally relevant range called the Sensorimotor Rhythm (SMR) in the neurofeedback literature. This range has been associated with sustained attention without HPA axis activation (hypothalamic-pituitary-adrenal), meaning concentration without physiological stress (Serman & Egner, 2006).

5.2 Phase architecture

Phase 1 — Activation (0–1.5 min)

Duration	90 s	Frequency	Ascending ramp: 8 Hz → 12 Hz
-----------------	------	------------------	------------------------------

Objective: Raise the entrainment frequency from alpha to low beta.

Unlike the ALPHA Protocol, the ramp is ascending, signalling to the brain the transition towards a higher activation state.

Phase 2 — Sustained focus (1.5–28.5 min)

Duration	1,530 s	Frequency	12 Hz constant
-----------------	---------	------------------	----------------

Objective: Maintain SMR entrainment during cognitive activity.

Frequency stability at the alpha-beta boundary promotes a focused attention state without the tension characteristic of high beta frequencies (>20 Hz).

Phase 3 — Fade-out (28.5–30 min)

Duration	180 s	Frequency	12 Hz · Brightness: 100% → 0%
-----------------	-------	------------------	-------------------------------

Objective: Gradual session completion.

3-minute fade that avoids the sensation of an abrupt cut.

SECTION 06

ENERGY Protocol

Theta→Beta Ramp — Progressive Activation

Frequency	6 Hz → 12 Hz (continuous ramp)	Band	Theta → Beta
LED color	Red — RGB (255, 0, 0)	Visual effect	Hemispheric alternation · 30/70 duty cycle
Duration	Variable (min. 3 min)	Purpose	Progressive cognitive activation simulating the natural waking cycle

6.1 Protocol description

The ENERGY Protocol is the only one of the five that does not have discrete phases. Instead, it employs a **continuous 3-minute ramp** that rises linearly from 6 Hz (theta) to 12 Hz (low beta), simulating the natural process of cortical activation upon waking.

State progression during the ramp:

- ◆ **6 Hz (theta):** Hypnagogic state, sleep-wakefulness transition. High creativity and access to procedural memory.
- ◆ **8–10 Hz (alpha):** Calm awakening. Increased inter-hemispheric coherence and reduced cortisol.
- ◆ **12 Hz (low beta):** Full alert without stress. Lateral prefrontal cortex activation for executive control.

After the 3-minute ramp, the protocol maintains stimulation at 12 Hz until the user ends the session manually. This temporal openness allows adapting the duration to each session's activation needs.

SECTION 07

PRAYER Protocol

Voice-Envelope Entrainment — Contemplative Meditation

Frequency	Audio-driven (VU-meter)	Band	Variable
LED color	Red — RGB (255, 0, 0)	Visual effect	Vertical VU-meter · 6 rows · bottom→top
Duration	40 min loop (2,400 s)	Purpose	Deep meditation synchronised with the rhythmic pattern of contemplative text

7.1 Scientific rationale

The PRAYER Protocol emerges from a convergence of scientific evidence on the neurophysiological effects of rhythmic repetitive prayer. The key reference study is **Bernardi et al. (2001)**, published in *The BMJ*, which demonstrated that the recitation of the rosary (Ave Maria in Latin) and yoga mantras spontaneously produce **exactly 6 breaths per minute (0.1 Hz)**, synchronising the autonomous cardiovascular rhythms and generating a state of documented physiological coherence measured via heart rate variability (HRV).

Complementary research has consistently established that rhythmic repetitive prayer induces **theta states (4–8 Hz)** in the EEG, associated with deep meditation, reduction of medial prefrontal cortex activity (reduced rumination) and increased inter-hemispheric coherence. This effect is independent of the semantic content of the text and is attributed primarily to its rhythmic structure.

Based on this evidence, a firmware mode was developed to replicate the rhythmic pattern of a prayer, selecting the **Our Father (Padre Nuestro)** as reference for its well-defined rhythmic structure and wide cultural recognition.

7.2 Stimulation pattern extraction methodology

To translate the vocal rhythmic pattern into a photic stimulation signal, the **amplitude envelope of the audio recording** of the Our Father was analysed. The intensity values over time were extracted, quantised to a 0–255 range and stored as a brightness sequence for the LEDs.

The result is a stimulation sequence that faithfully follows the natural dynamics of the voice: silences between words produce brief fade-outs, accented syllables generate higher-intensity flashes, and the overall cadence of the text imprints the characteristic contemplative rhythm of prayer. The complete cycle plays on loop for 40 minutes.

7.3 Vertical VU-meter visualisation

The extracted intensity pattern is rendered on the LED panel via a **vertical VU-meter visualisation**: the current brightness value maps to the number of active LED rows (0–6), lit from bottom to top. This format was chosen over horizontal alternatives for producing a visual effect more suited to the contemplative state sought — evoking the dynamics of a breathing flame — favouring sustained attention without being stimulating.

Vocal intensity	Active LED rows	Visual perception
Silence	0 (off)	Pause between words
Very low	1 (base)	Syllable beginning
Low	2	Soft voice
Medium	3 (centre)	Normal speech
High	4	Emphasised syllable
Very high	5–6 (peak)	Maximum accent

SECTION 08

Neuroscientific Foundation

8.1 Photic entrainment mechanism

Neural entrainment via photic stimulation (photic driving) is a phenomenon documented since 1934, when Adrian and Matthews observed that cortical electrical activity could synchronise with external rhythmic luminous stimuli (Adrian & Matthews, 1934). The mechanism follows this pathway:

- ◆ **Pulsed light stimulation** at a specific frequency (e.g. 3 Hz for delta).
- ◆ **Retinal detection** via photoreceptors, even with closed eyelids.
- ◆ **Thalamocortical transmission** through the lateral geniculate nucleus.
- ◆ **Cortical propagation** from primary visual cortex to associative areas.
- ◆ **Neural synchronisation**: neural networks begin oscillating in phase with the external stimulus through the principle of oscillatory coupling.
- ◆ **Resulting mental state**: when a critical mass of neurons synchronises, the EEG displays the wave pattern corresponding to the stimulation frequency.

The synchronisation time documented in fMRI studies is 3–7 minutes (Huang & Charyton, 2008), which explains the duration of the initial phases across all protocols.

8.2 Frequency bands and mental states

Band	Range	Mental state	Associated protocol
Delta (δ)	0.5–4 Hz	Deep sleep, tissue regeneration	SLEEP
Theta (θ)	4–8 Hz	Hypnagogic state, creativity, memory	ENERGY (onset)
Alpha (α)	8–12 Hz	Awake relaxation, flow, focused calm	ALPHA
Low Beta (SMR)	12–15 Hz	Sustained attention without hyperactivation	FOCUS
High Beta (β)	15–30 Hz	Active alertness, analytical thinking	(not implemented)

8.3 Bilateral stimulation and parasympathetic nervous system

The ALPHA, FOCUS and ENERGY protocols incorporate the principle of **alternating bilateral stimulation**: each hemisphere of the LED panel activates alternately in 1-second cycles. This principle is extensively documented in the EMDR literature (Eye Movement Desensitization and Reprocessing), with over 50 peer-reviewed studies demonstrating:

- ◆ Parasympathetic nervous system activation (5–10 bpm heart rate reduction and 5–10 mmHg blood pressure reduction).

- ◆ Reduced medial prefrontal cortex activity (reduced rumination).
- ◆ Increased inter-hemispheric EEG coherence.
- ◆ Induction of subjective sensation of relaxation and cognitive safety.

SECTION 09

Hardware Technical Parameters

Component	Specification
Microcontroller	Arduino Nano — ATmega328P · 5V · 16 MHz
LEDs	24 × WS2812B RGB addressable
Configuration	4 columns × 6 LEDs · Zigzag wiring
Data pin	D6
Max. consumption	~1.44 A @ 5V (all white at 255)
Persistence	EEPROM addr. 0: selected mode (retained on power-off)

9.2 Chromatic palette and eyelid transmittance

Color	RGB	λ approx.	Eyelid transmittance	Protocols
Red	(255, 0, 0)	~630 nm	40–60% — Optimal	SLEEP · ENERGY · PRAYER
Green	(0, 255, 0)	~520 nm	20–30% — Good	FOCUS
Blue	(0, 0, 255)	~470 nm	10–15% — Sufficient	ALPHA

SECTION 10

Validation Results

All five protocols have been validated under real conditions of use during the iterative development process (v5.6–v5.15). Validation at this stage is qualitative in nature and forms the basis for the design of the structured beta testing programme with external users.

Protocol	Validators	Main observations	Status
SLEEP	2 (adults)	Reduction in sleep onset latency. Effect described as gradual and non-intrusive. Effective in users with habitual difficulty falling asleep.	✓ Validated
ALPHA	1	Awake calm state perceived from the first sessions. 10 Hz confirmed as appropriate for relaxation without drowsiness.	✓ Validated
FOCUS	1	Perceptible and effective flicker at standard working distance (~50 cm). Sustained alert state without tension sensation.	✓ Validated
ENERGY	1	Progressive activation perceived coherently with the frequency ramp. Constant 100% brightness from onset optimised in v5.15.	✓ Validated
PRAYER	1	Vertical VU-meter with ascending pattern (bottom→top) produces greater contemplative quality than the horizontal format of previous versions.	✓ Validated

SECTION 11

Instructions and Contraindications

11.1 Positioning and conditions of use

- ◆ **Optimal distance:** 50–70 cm from the face across all protocols.
- ◆ **SLEEP Protocol:** device on nightstand, oriented towards the pillow.
- ◆ **ALPHA / FOCUS / ENERGY:** work surface, facing the user.
- ◆ **PRAYER:** contemplative position chosen by the user, facing the device.
- ◆ **Eyes closed:** fundamental condition for all protocols.

11.2 Recommended frequency of use

Protocol	Recommended frequency	Notes
SLEEP	1 session/night	Regular nightly use. Avoid multiple daily sessions.
ALPHA	Max. 2–3 sessions/day	Minimum 2 hours between sessions.
FOCUS	Max. 3 sessions/day	Minimum 2 hours between sessions.
ENERGY	As needed	Not recommended for evening use due to activating effect.
PRAYER	1–2 sessions/day	Preferably under low ambient stimulation conditions.

11.3 Contraindications and safety warnings

■ SAFETY WARNINGS

- ◆ DO NOT use in individuals with photosensitive epilepsy or a history of light-induced seizures. Pulsed light stimulation may trigger epileptic episodes in susceptible individuals.
- ◆ DO NOT use while driving vehicles or operating machinery.
- ◆ DO NOT use in persons under 18 without supervision by a healthcare professional.
- ◆ Consult a physician before use in the presence of diagnosed neurological conditions, psychotropic medication use, or a history of organic sleep disorders.
- ◆ Prolonged uninterrupted use is not recommended. Take breaks of 6–8 weeks every 6–8 weeks of regular use.

SECTION 12

Scientific References

Adrian, E.D., & Matthews, B.H.C. (1934).

"The Berger rhythm: potential changes from the occipital lobes in man." *Brain*, 57(4), 355–385.

Bernardi, L. et al. (2001).

"Effect of rosary prayer and yoga mantras on autonomic cardiovascular rhythms: comparative study." *The BMJ*, 323(7327), 1446–1449. — Scientific basis for the PRAYER Protocol.

Huang, T.L., & Charyton, C. (2008).

"A comprehensive review of the psychological effects of brainwave entrainment." *Alternative Therapies in Health and Medicine*, 14(5), 38–50.

Lewis-Hodgson, D. et al. (2011).

"The effects of 'Weightless' on physiological markers of anxiety." *Mindlab International Technical Report*.

Padmanabhan, R., Hildreth, A.J., & Laws, D. (2005).

"A prospective, randomised, controlled study examining binaural beat audio and pre-operative anxiety." *Anaesthesia*, 60(9), 874–877.

Shapiro, F. (1989).

"Eye movement desensitization: A new treatment for post-traumatic stress disorder." *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 20(3), 211–217.

Sterman, M.B., & Egner, T. (2006).

"Foundation and practice of neurofeedback for the treatment of epilepsy." *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 31(1), 21–35.

Wahbeh, H., Calabrese, C., & Zwickey, H. (2007).

"Binaural beat technology in humans: a pilot study to assess psychologic and physiologic effects." *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 13(1), 25–32.

World Health Organization (2013).

Guidelines for the management of conditions specifically related to stress. WHO Press, Geneva.

Columbia University (2015).

Spectral transmittance studies of eyelid tissue. Reference data cited in: Siever, D. (2003). *Audio-Visual Entrainment: History, Physiology, and Clinical Studies*. Comptronic Devices Limited.