



[EN] ENGLISH

Complete Technical Report High-Fidelity Audio Player for Android

Lyra Bitperfect is an Android audio player designed from scratch with a single goal: delivering music to the listener with maximum possible integrity. Every design decision — visual and technical — is oriented toward an uncompromising playback experience. The application combines an analog-inspired interface — physical knobs, textured display, toggle switches, spinning CD — with a modern audio architecture that minimizes digital processing in the signal chain.

1. General Architecture

Lyra Bitperfect is developed in Flutter/Dart with a native Kotlin layer for low-level access to Android's audio subsystem. Communication between both layers uses six dedicated native channels:

1.1 Flutter ↔ Kotlin Communication Channels

| Channel | Type | Function |
|---------------------|---------------|---|
| lyra_app/metadata | MethodChannel | Metadata and artwork extraction (MediaMetadataRetriever) |
| lyra_app/equalizer | MethodChannel | Native EQ control (android.media.audiofx.Equalizer) |
| lyra_app/bitperfect | MethodChannel | Bitperfect mode management and USB DAC detection |
| lyra_app/usb_events | EventChannel | Real-time USB connection/disconnection event streaming |
| lyra_app/rms_events | EventChannel | Full waveform + RMS streaming for VU meter and goniometer |
| lyra_app/trial | MethodChannel | Trial system and purchase flow management |

1.2 Playback Engine

The engine uses `just_audio`, a high-performance Flutter library that natively manages the audio session and playlist on Android via `ConcatenatingAudioSource`, enabling seamless track switching.

2. Playback System and Library

2.1 Library Management

The library supports up to 1,000 locally stored tracks organized in five views: Songs, Artists, Albums, Folders and Playlists. Metadata is extracted at import time via `MediaMetadataRetriever` and persisted in `SharedPreferences` as JSON.

2.2 Playlist Management

The playlist system allows creating, renaming and deleting custom lists. Users can add songs individually or in batch. Multi-selection also enables batch deletion of up to 1,000 songs.

2.3 Non-Interruption Principle

Browsing the library never interrupts playback. The track only changes when the user explicitly selects one. Returning from the library without selecting anything resumes playback exactly where it was.

3. Parametric Equalizer

The equalizer operates on three frequency bands through Android's native hardware (android.media.audiofx.Equalizer), with a range of ± 1500 mB per band.

3.1 Bands

| Band | Name | Frequency Range | Sonic Character |
|--------|--------|------------------|---|
| Band 4 | TREBLE | High frequencies | Definition, brightness, high-end presence |
| Band 2 | SPACE | Mid frequencies | Presence, stereo image, mid body |
| Band 1 | BASS | Low frequencies | Body, punch, impact |

3.2 Preset Profiles

| Profile | Sonic Character |
|---------|---|
| STUDIO | Neutral monitoring with slight high-end presence |
| STAGE | Mid and bass emphasis for dynamic listening |
| LIVE | Energetic response with deep bass |
| PURE | Minimal reference equalization — bridge toward Bitperfect |
| MANUAL | Full user control over all three bands |

4. Bitperfect System — The Core of Lyra

The Bitperfect system is Lyra's defining feature. It operates in three clearly differentiated states with immediate visual and haptic feedback.

4.1 The Three States

| State | LED | Display | Description |
|----------------|-------------|---------------------|--------------------------------------|
| Normal | White/Pearl | Textured background | EQ active, standard processing chain |
| Direct Mode | Green | Textured background | No EQ, maximum internal transparency |
| Bitperfect USB | Blue | Blue-tinted CD only | USB DAC active, bit-to-bit signal |

4.2 Normal Mode

Standard playback with the active equalizer. The LED shows white/pearl.

4.3 Direct Mode — Maximum Internal Transparency

Activated by pressing BITPERFECT with the equalizer disabled. Lyra:

- Completely disables the native equalizer
- Configures AudioAttributes to minimize system processing
- Activates hardware HiFi mode: `AudioManager.setParameters("hifi_mode=on")`
- Eliminates all digital attenuation in the chain

4.4 Real Bitperfect USB — Bit-to-Bit Signal

Activated automatically when a compatible USB DAC is detected. The signal leaves the device's internal DAC and is sent intact to the external DAC — no rounding, no mixing, no processing.

4.5 USB DAC Compatibility

- FiiO KA1, KA3, KA5 — compact USB-C DACs
- FiiO BTR Series — Bluetooth DAC/amplifiers with USB input
- Helm Bolt and Helm DB12 — compact reference DACs
- AudioQuest DragonFly Red, Black and Cobalt
- iBasso DC Series — DC01, DC03, DC05
- Any USB-C to jack adapter with UAC1/UAC2 certified audio chip

5. Real-Time Measurement Instruments

Three visualization modes accessible via double tap on the display, with 400ms animated transition.

| Mode | Activation | Content |
|-------------|----------------|--|
| Spinning CD | Default state | Animated CD, seekbar, marquee, buttons |
| VU Meter | 1st double tap | Two needles with real galvanometer physics |
| Goniometer | 2nd double tap | Lissajous figure with phosphorescent trail |

5.1 Measurement System Architecture

Android's Visualizer captures waveform at 20,000 Hz. Transmitted to Flutter as `[sample_0, ..., sample_N, rmsL, rmsR]`. Single subscriber avoids channel competition.

5.2 VU Meter — Real Analog Galvanometer

Two needles with real galvanometer physics: `spring=0.08`, `damping=0.72`, `mass=1.0`. Pivots calibrated to the millimeter: left at 18% width, right at 82%, height at 83%.

5.3 Goniometer / Vectorscope

Lissajous figure with correct 45° phase rotation: $X=(L-R)/\sqrt{2}$, $Y=(L+R)/\sqrt{2}$. Phosphorescent trail: opacity `x0.94` per frame at 60fps. Color: `#00FF88`.

6. User Interface

6.1 Design Philosophy

Conceived as a high-end physical instrument. Aesthetic references: McIntosh, Marantz, Technics. All graphic assets designed in Photoshop exclusively for Lyra.

6.2 Knobs with Tangential Torque Physics

$\text{torque} = (r.x * d.y - r.y * d.x) / |r|^2$. Inertia and friction. Strong haptic at stops.

6.3 Precision Haptics

| Interaction | Haptic |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Prev/Play/Next buttons | Medium on press, light on release |
| Library button | Medium on press, light on release |
| Power button | Light impact |
| Shuffle/Repeat/EQ switches | Light→medium ramp with 50ms delay |
| Bitperfect button | Heavy on state change |
| Volume knob — stops | Heavy at min or max |
| Display double tap | Light on mode change |
| Purchase seal tap | Heavy impact |

7. Trial System and Licensing

21-day trial with total blocking on expiry. Built on EncryptedSharedPreferences (AES256-GCM) with clock rollback anti-cheat.

| Component | Description |
|------------------------|---|
| TrialManager.kt | Encrypted timestamp + clock rollback anti-cheat |
| trial_gate_screen.dart | Full-screen block with gold certificate plate |
| Purchase seal | Tap area over wax seal image |
| launchPurchaseFlow() | Placeholder for Google Play Billing |

8. Technical Specifications

| Parameter | Value |
|---------------|---|
| Platform | Android 5.0+ (API 21) |
| Framework | Flutter / Dart |
| Native layer | Kotlin |
| Audio engine | just_audio 0.9.x |
| Formats | MP3, FLAC, AAC, M4A, OGG, WAV, AIFF, OPUS |
| Equalizer | Android AudioFX native — 3 bands — ± 1500 mB per band |
| USB DAC | USB Audio Class 1 and 2 (UAC1 / UAC2) |
| Audio capture | Android Visualizer — 20,000 Hz — waveform + RMS |
| Library | Up to 1,000 tracks |
| Organization | Songs, Artists, Albums, Folders, Playlists |

| | |
|-------------|---|
| Persistence | SharedPreferences (JSON) + EncryptedSharedPreferences (trial) |
| Fonts | DotMatrix, DSEG7Classic |
| Permissions | READ_MEDIA_AUDIO, RECORD_AUDIO, MODIFY_AUDIO_SETTINGS |
| Price | €8 one-time payment — no subscriptions, no ads |

9. Flutter Dependencies

| Package | Version | Function |
|--------------------|---------|---------------------------------------|
| just_audio | ^0.9.40 | Audio playback engine |
| file_picker | ^8.1.2 | Audio file selection |
| permission_handler | ^11.3.1 | Runtime permissions management |
| shared_preferences | ^2.2.2 | Library and configuration persistence |

"An interface that doesn't look like an app, but like a €5,000 physical object."

— *Independent technical analysis*

Lyra Bitperfect — Developed with Flutter/Dart and Kotlin for Android



[ES] ESPAÑOL

Informe Técnico Completo Reproductor de Audio de Alta Fidelidad para Android

Lyra Bitperfect es un reproductor de audio para Android diseñado desde cero con un único objetivo: que la música llegue al oyente con la máxima integridad posible. Cada decisión de diseño, tanto visual como técnica, está orientada a ofrecer una experiencia de reproducción sin concesiones. La aplicación combina una interfaz de inspiración analógica —knobs físicos, pantalla texturizada, interruptores de palanca, CD giratorio— con una arquitectura de audio moderna que minimiza el procesamiento digital en la cadena de señal.

1. Arquitectura General

Lyra Bitperfect está desarrollada en Flutter/Dart con una capa nativa en Kotlin para el acceso de bajo nivel al subsistema de audio de Android. Comunicación mediante seis canales nativos:

1.1 Canales de Comunicación Flutter ↔ Kotlin

| Canal | Tipo | Función |
|---------------------|---------------|--|
| lyra_app/metadata | MethodChannel | Extracción de metadatos y artwork (MediaMetadataRetriever) |
| lyra_app/equalizer | MethodChannel | Control del EQ nativo (android.media.audiofx.Equalizer) |
| lyra_app/bitperfect | MethodChannel | Gestión del modo Bitperfect y detección de DAC USB |
| lyra_app/usb_events | EventChannel | Streaming de eventos USB en tiempo real |
| lyra_app/rms_events | EventChannel | Waveform completo + RMS para VU meter y goniómetro |
| lyra_app/trial | MethodChannel | Gestión del sistema de trial y flujo de compra |

1.2 Motor de Reproducción

El motor utiliza just_audio con ConcatenatingAudioSource, permitiendo el cambio de pista sin interrupciones. La sesión de audio es compartida con el Visualizer.

2. Sistema de Reproducción y Biblioteca

2.1 Gestión de Biblioteca

Hasta 1.000 pistas organizadas en cinco vistas: Canciones, Artistas, Álbumes, Carpetas y Playlists. Metadatos persistidos en SharedPreferences como JSON.

2.2 Gestión de Playlists

Crear, renombrar y eliminar listas. Añadir canciones en lote. Borrado en lote de hasta 1.000 pistas.

2.3 Principio de No Interrupción

Navegar por la biblioteca nunca interrumpe la reproducción. Al volver sin seleccionar nada, la reproducción continúa exactamente donde estaba.

3. Ecualizador Paramétrico

Tres bandas de frecuencia a través de android.media.audiofx.Equalizer, rango ± 1500 mB por banda.

3.1 Bandas

| Banda | Nombre | Rango de frecuencia | Carácter sonoro |
|---------|--------|---------------------|---|
| Banda 4 | TREBLE | Frecuencias altas | Definición, brillo, presencia en altos |
| Banda 2 | SPACE | Frecuencias medias | Presencia, imagen estéreo, cuerpo medio |
| Banda 1 | BASS | Frecuencias bajas | Cuerpo, contundencia, impacto |

3.2 Perfiles Preconfigurados

| Perfil | Carácter sonoro |
|--------|---|
| STUDIO | Monitorización neutra con leve presencia en altos |
| STAGE | Énfasis en medios y graves para escucha dinámica |
| LIVE | Respuesta enérgica con graves profundos |
| PURE | Ecualización de referencia mínima — transición hacia Bitperfect |
| MANUAL | Control total del usuario sobre las tres bandas |

4. Sistema Bitperfect — El Núcleo de Lyra

El sistema Bitperfect opera en tres estados claramente diferenciados con retroalimentación visual y háptica inmediata.

4.1 Los Tres Estados

| Estado | LED | Pantalla | Descripción |
|----------------|--------------|-------------------|---|
| Normal | Blanco/Perla | Fondo texturizado | EQ activo, cadena de procesado estándar |
| Direct Mode | Verde | Fondo texturizado | Sin EQ, máxima transparencia interna |
| Bitperfect USB | Azul | Solo el CD azul | DAC USB activo, señal bit a bit |

4.2 Modo Normal

Reproducción estándar con EQ activo. LED blanco/perla.

4.3 Direct Mode — Máxima Transparencia Interna

Se activa pulsando BITPERFECT con el EQ desactivado. Lyra:

- Desactiva completamente el ecualizador nativo
- Configura AudioAttributes para minimizar el procesado del sistema

- Activa el modo HiFi: `AudioManager.setParameters("hifi_mode=on")`
- Elimina toda atenuación digital en la cadena

4.4 Bitperfect USB Real — Señal Bit a Bit

Se activa automáticamente con DAC USB compatible. Cada bit del archivo llega al DAC exactamente como está — sin redondeo, sin mezcla, sin procesado.

4.5 Compatibilidad DAC USB

- FiiO KA1, KA3, KA5 — DACs compactos USB-C
- FiiO BTR Series — DACs/amplificadores Bluetooth con entrada USB
- Helm Bolt y Helm DB12 — DACs de referencia compactos
- AudioQuest DragonFly Red, Black y Cobalt
- iBasso DC Series — DC01, DC03, DC05
- Cualquier adaptador USB-C a jack con chip UAC1/UAC2

5. Instrumentos de Medición en Tiempo Real

Tres modos de visualización accesibles mediante doble tap, con transición animada de 400ms.

| Modo | Activación | Contenido |
|--------------|--------------------|---|
| CD Giratorio | Estado por defecto | CD animado, seekbar, marquesina, botones |
| VU Meter | 1er doble tap | Dos agujas con física de galvanómetro real |
| Goniómetro | 2do doble tap | Figura de Lissajous con trail fosforescente |

5.1 Arquitectura del Sistema de Medición

Visualizer a 20.000 Hz. Array [muestra_0, ..., muestra_N, rmsL, rmsR]. Subscriber único para evitar competencia entre canales.

5.2 VU Meter — Galvanómetro Analógico Real

Física: $\text{spring}=0.08$, $\text{damping}=0.72$, $\text{mass}=1.0$. Pivotes calibrados al milímetro: izquierdo al 18%, derecho al 82%, altura al 83%.

5.3 Goniómetro / Vectorscope

$X=(L-R)/\text{sqrt}(2)$, $Y=(L+R)/\text{sqrt}(2)$. Trail: opacidad $\times 0.94$ por frame a 60fps. Color: verde fosforescente (#00FF88).

6. Interfaz de Usuario

6.1 Filosofía de Diseño

Instrumento físico de alta gama. Referentes: McIntosh, Marantz, Technics. Todos los assets diseñados en Photoshop expresamente para Lyra.

6.2 Knobs con Física de Torque Tangencial

$\text{torque} = (r.x * d.y - r.y * d.x) / |r|^2$. Inercia y fricción. Impacto háptico fuerte al llegar a los topes.

6.3 Háptica de Precisión

| Interacción | Háptica |
|-------------|---------|
|-------------|---------|

| | |
|----------------------------|--|
| Botones prev/play/next | Impacto medio al pulsar, ligero al soltar |
| Botón librería | Impacto medio al pulsar, ligero al soltar |
| Botón power | Impacto ligero |
| Switches shuffle/repeat/EQ | Rampa ligero→medio con 50ms de delay |
| Botón Bitperfect | Impacto fuerte al cambiar de estado |
| Knob volumen — topes | Impacto fuerte al llegar a mínimo o máximo |
| Doble tap display | Impacto ligero al cambiar modo |
| Tap sello de compra | Impacto fuerte |

7. Sistema de Trial y Licencias

Trial de 21 días con bloqueo total al expirar. EncryptedSharedPreferences (AES256-GCM) con detección de retroceso de reloj.

| Componente | Descripción |
|------------------------|---|
| TrialManager.kt | Timestamp cifrado + anti-trampa de reloj |
| trial_gate_screen.dart | Pantalla de bloqueo con placa dorada de certificado |
| Sello de compra | Área táctil sobre el sello de lacre de la imagen |
| launchPurchaseFlow() | Placeholder para Google Play Billing |

8. Especificaciones Técnicas

| Parámetro | Valor |
|----------------|---|
| Plataforma | Android 5.0+ (API 21) |
| Framework | Flutter / Dart |
| Capa nativa | Kotlin |
| Motor de audio | just_audio 0.9.x |
| Formatos | MP3, FLAC, AAC, M4A, OGG, WAV, AIFF, OPUS |
| Ecuador | Android AudioFX nativo — 3 bandas — ±1500 mB por banda |
| DAC USB | USB Audio Class 1 y 2 (UAC1 / UAC2) |
| Captura audio | Android Visualizer — 20.000 Hz — waveform + RMS |
| Biblioteca | Hasta 1.000 pistas |
| Organización | Canciones, Artistas, Álbumes, Carpetas, Playlists |
| Persistencia | SharedPreferences (JSON) + EncryptedSharedPreferences (trial) |
| Fuentes | DotMatrix, DSEG7Classic |

| | |
|----------|---|
| Permisos | READ_MEDIA_AUDIO, RECORD_AUDIO, MODIFY_AUDIO_SETTINGS |
| Precio | €8 pago único — sin suscripciones, sin publicidad |

9. Dependencias Flutter

| Paquete | Versión | Función |
|--------------------|---------|--|
| just_audio | ^0.9.40 | Motor de reproducción de audio |
| file_picker | ^8.1.2 | Selección de archivos de audio |
| permission_handler | ^11.3.1 | Gestión de permisos en tiempo de ejecución |
| shared_preferences | ^2.2.2 | Persistencia de biblioteca y configuración |

"Es una interfaz que no parece una app, sino un objeto físico de 5.000€."

— Análisis técnico independiente

Lyra Bitperfect — Desarrollado con Flutter/Dart y Kotlin para Android