

## PhaseAlign Lite và PhaseAlign Pro.

### Tính năng cơ bản

Cả hai phiên bản đều có các tính năng cơ bản giống nhau:

- **Sample Delay** và **MS Delay** để điều chỉnh độ trễ
- **Phase Rotation** toàn cục (0-360 độ)
- **Polarity Inversion** (đảo cực tính)
- **Auto Learn** tự động tìm cài đặt tối ưu
- **Bass Lock** khóa tần số bass
- **Monitor Modes** (Stereo, Mono, L Only, R Only, Difference)
- **Preset System** với 8 preset có sẵn<sup>[1][2]</sup>

### Tính năng nâng cao của PhaseAlign Pro

**PhaseAlign Pro** có những tính năng vượt trội:

#### Advanced Mode Toggle

- Slider<sup>14</sup> cho phép bật/tắt chế độ nâng cao
- Tối ưu hóa hiệu năng khi không cần xử lý phức tạp<sup>[2]</sup>

#### Spectral Display

- Slider<sup>15</sup> cung cấp hiển thị phân tích phổ
- Visualize waveform trong thời gian thực
- Chỉ hoạt động khi Advanced Mode được bật<sup>[2]</sup>

#### Enhanced Filter System

Pro version sử dụng **biquad filters** thay vì simple separation:

```
function calc_filter_coeffs(freq, sr, q) (  
    omega = TWOPI * freq / sr;  
    cos_omega = cos(omega);  
    sin_omega = sin(omega);  
    alpha = sin_omega / (2 * q);  
    // Proper biquad implementation  
)
```

**Interpolated Delay Processing**

Pro version có xử lý delay với interpolation:

```
delay_int = floor(abs(delay_samples));  
delay_frac = abs(delay_samples) - delay_int;  
delayed_r = delay_buffer_r[read_pos] * (1 -  
delay_frac) +  
                delay_buffer_r[read_pos_next] * delay_frac;
```

**So sánh hiệu năng**

Tiêu chí	PhaseAlign Lite	PhaseAlign Pro
<b>CPU Usage</b>	Thấp - xử lý cơ bản	Có thể cao khi bật Advanced Mode
<b>Memory Usage</b>	4KB (2048 samples × 2 channels)	6KB+ (thêm FFT buffer, window buffer)
<b>Filter Quality</b>	Simple separation (0.3/0.7 coefficients)	Proper biquad filters với Q=0.707

<b>Delay Accuracy</b>	Integer samples only	Fractional delay với interpolation
<b>Performance Optimization</b>	Không có	Dynamic optimization flags

## Chất lượng âm thanh

### PhaseAlign Lite

- Sử dụng **simple low-pass filter** cho bass separation:

```
bass_l = spl0 * 0.3 + prev_bass_l * 0.7;
```

### PhaseAlign Pro

- Sử dụng **proper biquad filters** với frequency response chính xác
- Bass:** 20-200Hz với  $Q=0.707$
- Mid:** 200Hz-2kHz với  $Q=1.0$
- High:** >2kHz với  $Q=0.707$ <sup>[2]</sup>

## Giao diện người dùng

### PhaseAlign Lite

- GUI đơn giản với thông tin cơ bản
- Correlation meter cơ bản
- Hiển thị preset và status<sup>[1]</sup>

### PhaseAlign Pro

- Enhanced GUI** với nhiều thông tin chi tiết

- **Spectral analysis display** khi bật Advanced Mode
- **Performance indicators** (CPU load, feature status)
- **Color-coded warnings** với nhiều mức độ cảnh báo
- **Waveform visualization** trong thời gian thực<sup>[2]</sup>

## Tối ưu hóa hiệu năng

**PhaseAlign Pro** có hệ thống tối ưu hóa thông minh:

```
need_frequency_processing = (slider9 != 0 || slider10
!= 0 || slider11 != 0 || slider6);
need_spectral_analysis = slider15 && slider14;
```

Điều này cho phép plugin chỉ xử lý các tính năng cần thiết, tiết kiệm CPU.

## Kết luận và khuyến nghị

### Chọn PhaseAlign Lite khi:

- Cần giải pháp đơn giản, nhẹ
- Làm việc với hệ thống có CPU hạn chế
- Chỉ cần các tính năng phase alignment cơ bản
- Ưu tiên stability và đơn giản

### Chọn PhaseAlign Pro khi:

- Cần chất lượng âm thanh cao nhất
- Làm việc professional mixing/mastering
- Cần visual feedback và analysis tools
- Có đủ CPU power cho advanced processing

- Cần fractional delay accuracy cho precision work

**PhaseAlign Pro** rõ ràng vượt trội về mặt tính năng và chất lượng, nhưng đi kèm với chi phí CPU cao hơn. **PhaseAlign Lite** vẫn là lựa chọn tốt cho những ai cần giải pháp hiệu quả và đơn giản.