SINCE 1991

DIY ENCLOSURE CONSTRUCTION TIPS (EN)

All P Audio DIY enclosures are fully tested and qualified designs that feature very high performance P Audio low frequency drivers. Proper construction methods and materials are important for maximum system performance. A few basic fundamentals will ensure excellent results. The DIY enclosure designs are optimized for use with P.Audio ultra-high performance woofers and are either sub woofer or full range enclosures. The full range enclosure designs allow the end user to select high frequency components and crossovers that are suited to their specific application. P Audio offers a wide variety of professional compression drives and horns that are suitable for many different applications.

NOTE: The P Audio DIY plans provided are NOT meant to be “flown” or suspended in any manner. DO NOT suspend or “fly” any of these designs!

All DIY Series enclosures should be constructed with 18mm thick void free plywood if available. The best material is 18mm birch hardwood with AA “faces”. This type of plywood is very expensive and often hard to locate. Other options for plywood are eucalyptus plywood, or other core types but regardless of the type, the material should be 18mm thick. As noted above, AA grade is best; AA means that both sides (faces), of the plywood are “defect free”. AB grade can be substituted; this means one side is essentially “defect free” and the second, or “B” side has small defects such as discoloration or knots etc. Hardwood plywood, such as birch, is always the best, but is also the most expensive choice. There are many “tropical” plywoods that combine various species of wood. They are superior to “softwood” materials such as SPF plywoods (Spruce, Pine, Fir) in terms of strength and stiffness. Tropical plywoods are a good selection if budget requirements do not allow hardwood material. If SPF materials are used additional internal bracing should be considered. Other materials, such as oriented strand board or high density particle board may be used but the highest strength and stiffness to weigh ratio will be achieved with the use of 18mm void free plywood.

Plywood is available with various laminate adhesives such as “interior grade”, “exterior grade”, “marine grade” etc. It is recommended that exterior grade or better be used for constructing all P Audio DIY enclosures.

If other material types are selected it may be necessary to add additional internal braces to the design in order to achieve the proper mechanical stiffness. Press board/particle board may be used as long as its 18mm thick and properly braced but these types of materials make for very heavy and not very structural enclosures. Press board/particle board construction is not very “road worthy”.

All wood sections are “butt fit”. These are simple joints and are the easiest geometry for short run (i.e., non high volume production) enclosure assemblies. A typical “butt fit” construction is shown below.

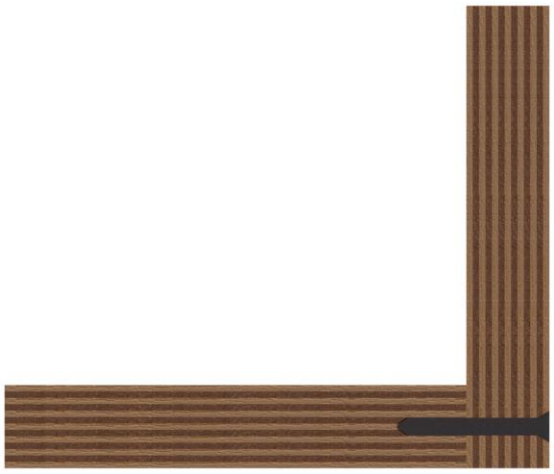


Figure 1: An example Butt Fit Joint, with nail and 13 laminate plywood. Nail should be recessed to ensure a good quality finish (not shown here).

The enclosures should be assembled using high quality water-proof wood glue. The enclosure pieces should be both glued and nailed to ensure good joint bonding.

NOTE: It is NOT necessary to use large nails. It is necessary to ensure that the nail is long enough to penetrate a sufficient length through the second wood piece. A typical length is 30mm to 35mm.

Finishing nails are best to use and the head may be recessed to allow a wood filler to be used to cover the nail head. The purpose of the nails is to act as a "clamp" while the adhesive/glue is curing. Do Not let the wood glue begin to dry, or form a "skin". The two pieces of wood should be assembled immediately after a bead of adhesive is used. Additionally, use lots of adhesive; it's easy to wipe if off the sides of the joint with a wet cloth immediately after the joints are assembled. A good adhesive bond will provide an excellent and very strong joint. Nail holes may be filled with wood filler prior to painting the enclosure (Note: Wood fillers can often shrink, leaving depressions so care should be taken when filling the holes. Alternatively, a two-part automotive "bondo" filler may be used with excellent results). The nails should be counter-sunk style.

If a stronger enclosure design is required then "glue blocks" may be added to the design. The length of the glue blocks should be approximately 75% to 80% of the length of each butt length. A "glue block" design is shown below. The advantage of this design is that it allows both bonding and nailing in both directions and is superior for enclosures that will be moved frequently. The glue block is shown in green and should be made from a soft solid wood that can receive nails in both directions. The glue block, shown in green, is 18mm x 18mm. As can be seen in the image below, adhesive (shown in red color) must be applied to the entire area on all wood interfaces. Nails should be slightly staggered on each side, to ensure there is no interference with each other.

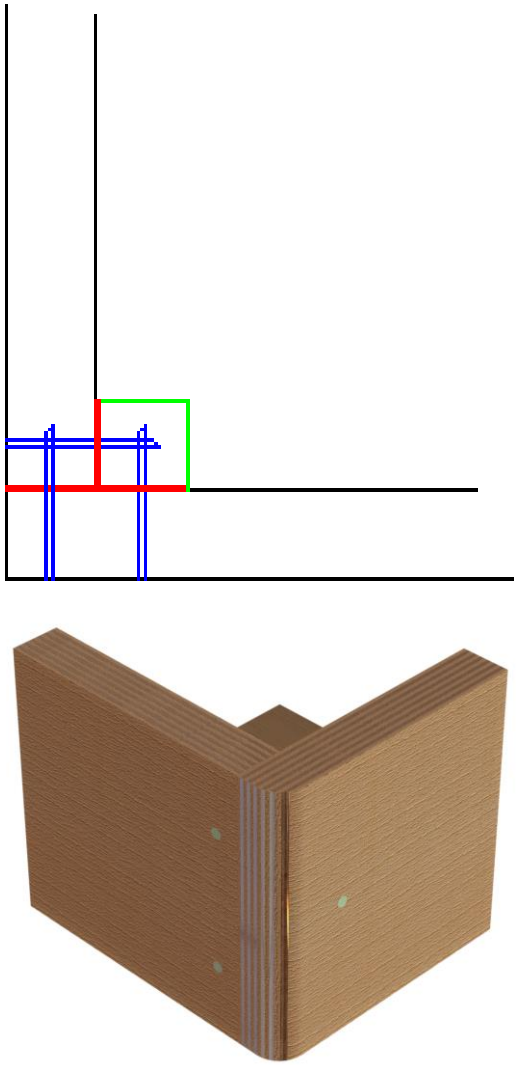


Figure 2: Alternate "glue block" construction

The vents for DIY Series enclosures may be simple cutouts in the front baffle or more complicated "shelf" style vents. Each vent design is based on the specific enclosure application. When this type of design is used, the length of the vent is simply the thickness of the enclosure material. (This is another reason to use the recommended 18mm material as the vent is tuned and part of the tuning is the 18mm wood thickness). This type of vent design is used by many large manufacturers of professional sound reinforcement enclosures and is very effective. All DIY Series use a variety of vent geometries.

The internal absorption is an important addition to any loudspeaker enclosure. This material must have the proper acoustic absorption characteristics in order to properly damp the internal vibrations. P Audio offers acoustic absorption material and strongly suggests that no substitutes be used. The material offered by P Audio is an excellent material and is well suited for use in professional loudspeaker applications. It is necessary to insure that the absorption material does not cover the vents as this will substantially reduce low frequency system output.

All DIY Series enclosure is shown with internal bracing. This bracing is critical to proper time domain performance and should be both glued and nailed in place. Proper and sufficient bracing will improve both the amplitude and time response of each P Audio enclosure. Exact placement of the bracing is not critical but the basic location, as shown in the P Audio plans, should be followed. The braces should be both glued and nailed in position.

Mounting the woofers in the enclosure requires M5 screws. The length should be at least 35mm. The woofers should be mounting using M5 “T-nuts”.

P Audio also offers both high quality handles and a “top hat” pole adaptor. The location of the handles and top hat, if used, should be EXACTLY as shown in the P Audio drawings. Moving the locations of either the handles or the top hat will result in an unstable condition and will not be safe. Mounting the handles and top hat where specified will insure good enclosure balance.

NOTE: MOUNT THE HANDLES AND TOP HAT EXACTLY AS SHOWN IN THE P AUDIO ENCLOSURE PLANS!

If top hats are used on the P Audio full range enclosures insure that the overall height of the enclosure, when mounted on the speaker stand, is not too high. Extending the height of the enclosure may result in an unsafe and unstable condition. If a top hat is mounted in the DIY-118S or DIY-218S designs, take care not to use a pole that is too long. Mounting a full range enclosure too high above the DIY-118S or DIY-218S sub woofer enclosures may result in an unsafe or unstable condition.
P Audio does not supply loudspeaker stands or poles and it is the responsibility of the user to determine the safe height based on the loudspeaker stand or pole that is purchased.

P Audio strongly recommends the use of active high pass filters for all enclosure designs. Properly tuned and configured high order high pass filters improve enclosure power handling and reliability, reduce transducer distortion, and increase amplifier headroom.

เคล็ดลับการสร้างตู้ลำโพง **DIY**

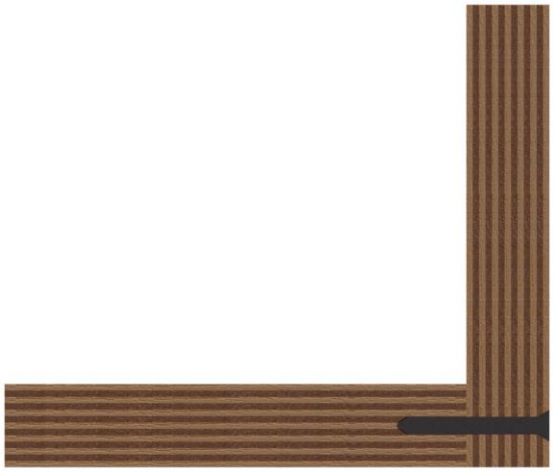
ตู้ลำโพง DIY ของ P Audio ทุกแบบได้รับการทดสอบและรับรองว่าเป็นการออกแบบที่มีประสิทธิภาพสูง โดยใช้ดอกลำโพงความถี่ต่ำคุณภาพเยี่ยมของ P Audio การเลือกใช้วัสดุและวิธีการสร้างที่เหมาะสมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดึงสมรรถนะสูงสุดของระบบเสียง การยึดถือหลักพื้นฐานบางประการจะช่วยให้ได้ผลลัพธ์ที่ยอดเยี่ยมแบบตู้ DIY ได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับการใช้งานร่วมกับดอกลำโพงวูฟเฟอร์ประสิทธิภาพสูงของ P Audio โดยแบ่งเป็นตู้ซับวูฟเฟอร์และตู้ฟูลเรนจ์ แบบตู้ฟูลเรนจ์ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกดอกลำโพงเสียงแหลมและชุดครอสโอเวอร์ที่เหมาะสมกับการใช้งานของตนเอง P Audio มีดอกลำโพงเสียงแหลมแบบคอมเพรสชันและฮอร์นหลากหลายรูปแบบสำหรับการใช้งานที่หลากหลาย

หมายเหตุ: แบบตู้ DIY ของ P Audio ไม่ได้ออกแบบมาให้ใช้สำหรับการแขวนหรือลอยในทุกรูปแบบ ห้ามแขวนหรือลอยแบบตู้เหล่านี้!

ตู้ลำโพง DIY ทุกแบบควรใช้ไม้อัดหนา 18 มม. ที่ปราศจากโพรงอากาศ หากมีให้เลือก ไม้อัดที่ดีที่สุดคือไม้อัดเบิร์ชหนา 18 มม. ที่มีผิวหน้าเกรด AA ซึ่งไม้อัดชนิดนี้มีราคาสูงและหายาก ตัวเลือกไม้อัดอื่นๆ ได้แก่ ไม้อัดยูคาลิปตัสหรือไม้อัดชนิดอื่น แต่ไม่ว่าจะเลือกไม้อัดประเภทใดก็ตาม ควรมีความหนา 18 มม. ดังที่ได้กล่าวไว้ว่า เกรด AA เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด โดย AA หมายถึงผิวหน้าของไม้ทั้งสองด้านไร้ตำหนิ หากจำเป็นสามารถใช้เกรด AB ทดแทนได้ โดยเกรด AB หมายถึงด้านหนึ่งไร้ตำหนิ ส่วนอีกด้านมีตำหนิเช่นรอยตาไม้หรือการเปลี่ยนสีไม้อัดเนื้อแข็ง เช่น เบิร์ช ถือเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดแม้ว่าจะมีราคาสูงไม้อัดเขตร้อนที่ผสมไม้หลากชนิดมักดีกว่าไม้อัดเนื้ออ่อน เช่น ไม้อัดสน (SPF: Spruce, Pine, Fir) ในด้านความแข็งแรงและความต้านทานแรงดึง หากงบประมาณไม่เอื้ออำนวยต่อไม้อัดเนื้อแข็ง ไม้อัดเขตร้อนถือเป็นทางเลือกที่ดี หากใช้วัสดุอย่าง SPF ควรเพิ่มโครงเสริมภายในเพื่อความแข็งแรง วัสดุอื่นๆ เช่น แผ่นไม้ชิ้นประสาน (OSB) หรือแผ่นปาร์ติเคิลบอร์ดความหนาแน่นสูงสามารถใช้ได้ แต่ความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูงสุดจะได้จากไม้อัดหนา 18 มม. ที่ปราศจากโพรงอากาศไม้อัดมีให้เลือกหลายแบบตามกาวที่ใช้ในการเคลือบ เช่น "เกรดใช้ภายใน" "เกรดใช้ภายนอก" "และเกรดทนชื้น" แนะนำให้ใช้ไม้อัดเกรดใช้ภายนอก ในการสร้างตู้ลำโพง DIY ของ P Audio

หากเลือกใช้วัสดุประเภทอื่น อาจจำเป็นต้องเพิ่มโครงเสริมภายในเพื่อให้โครงสร้างแข็งแรงพอ แผ่นปาร์ติเคิลบอร์ดสามารถใช้ได้หากหนา 18 มม. และมีโครงเสริมที่เหมาะสม แต่วัสดุประเภทนี้มีน้ำหนักมากและไม่ทนทานต่อการใช้งานที่ต้องเคลื่อนย้ายบ่อย

การเชื่อมต่อและการประกอบ ไม้ทุกชิ้นใช้การเชื่อมต่อแบบ “บัตต์ฟิต” หรือพอดีกัน ซึ่งเป็นรอยต่อที่ง่ายและเหมาะสำหรับการผลิตที่ไม่ใช่ปริมาณมากตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบบัตต์ฟิตแสดงให้เห็นในรูปด้านล่าง



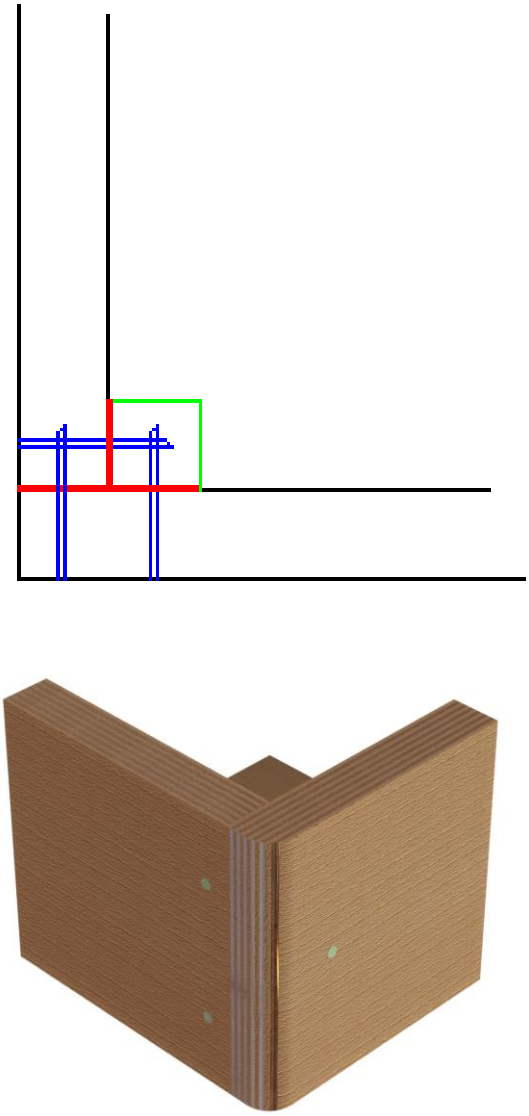
ภาพที่ 1: **ตัวอย่างการเชื่อมต่อแบบ บัตต์ฟิต พร้อมตะปูและไม้อัด** 13 **ชั้น หัวตะปูควรตอกให้จมลงเพื่อให้ได้งานที่มีคุณภาพ (ไม่ได้แสดงในรูป)**

ตู้ลำโพงควรประกอบด้วยกาวไม้คุณภาพสูงที่ทนต่อน้ำ ชิ้นส่วนของตู้ลำโพงต้องถูกติดกาวและตอกตะปูเพื่อให้การเชื่อมต่อของแต่ละส่วนมีความมั่นคง

หมายเหตุ: ไม่จำเป็นต้องใช้ตะปูขนาดใหญ่ แต่จำเป็นต้องให้แน่ใจว่าตะปูมีความยาวเพียงพอที่จะฝังผ่านชิ้นไม้ส่วนที่สองได้ ความยาวที่เหมาะสมคือประมาณ 30 มม. ถึง 35 มม.

ควรใช้ตะปูขัดผิว (Finishing nails) ซึ่งหัวของตะปูสามารถฝังลงไปในไม้เพื่อให้สามารถอุดด้วยโป๊วไม้ (Wood filler) ปิดหัวตะปูได้ จุดประสงค์ของการใช้ตะปูคือล็อกให้ชิ้นส่วนไม้ติดกันเหมือนกับการใช้ "แคลมป์" ระหว่างที่กาวกำลังแห้ง ห้ามปล่อยให้กาวไม้เริ่มแห้งหรือเกิดเป็น "แผ่น" ขึ้น ชิ้นไม้ทั้งสองควรประกอบทันทีหลังจากที่ใช้กาวนอกจากนี้ ควรใช้กาวไม้มากๆ เพราะสามารถเช็ดกาวที่เลอะข้างๆ ด้วยผ้าชุบน้ำทันทีหลังจากประกอบชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน การยึดติดที่ดีจะให้การเชื่อมต่อที่แข็งแรงและทนทานมาก ตะปูที่ใช้สามารถอุดรอยก่อนที่จะทาสีตู้ลำโพง (หมายเหตุ: โป๊วไม้อาจหดตัวและทิ้งรอยยุบไว้ จึงต้องระมัดระวังเมื่ออุดโป๊วไม้) อีกทางเลือกหนึ่งคือการใช้โป๊วไม้ที่เติมตัวเร่งสองส่วนจากอุตสาหกรรมยานยนต์ (สีโป๊วรถยนต์) ซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ยอดเยี่ยม ตะปูควรเป็นแบบตะปูที่ฝังหัว (Counter-sunk style)

หากต้องการการออกแบบตู้ลำโพงที่แข็งแรงขึ้น สามารถเพิ่ม "กาวบล็อก" (Glue blocks) ในการออกแบบได้ ความยาวของกาวบล็อกควรประมาณ 75% ถึง 80% ของความยาวของแต่ละชิ้นไม้ที่เชื่อมกัน การออกแบบกาวบล็อกแสดงไว้ด้านล่าง ข้อดีของการออกแบบนี้คือมันช่วยให้การเชื่อมต่อด้วยกาวและการตอกตะปูในทั้งสองทิศทางได้ดี และเหมาะสมสำหรับตู้ลำโพงที่ต้องขนย้ายบ่อยๆ กาวบล็อกที่แสดงเป็นสีเขียว ควรทำจากไม้เนื้ออ่อนที่สามารถรับตะปูได้ทั้งสองทิศทาง กาวบล็อกที่แสดงเป็นสีเขียวมีขนาด 18 มม. x 18 มม. ตามที่เห็นในภาพด้านล่าง กาว (แสดงด้วยสีแดง) ต้องถูกทาบนพื้นที่ทั้งหมดของขอบไม้ที่เชื่อมต่อกัน ตะปูควรถูกตอกในแนวที่เยื้องกันเล็กน้อยในแต่ละด้าน เพื่อให้มั่นใจว่าไม่มีการชนกันระหว่างตะปู



ภาพที่ 2: **การใช้โครงสร้างแบบ "บล็อกกาว"**

การออกแบบท่อลม (Vent Design):
ท่อลมสำหรับตู้ลำโพงในชุด DIY Series อาจเป็นเพียงช่องที่ตัดออกบนแผงหน้าของตู้ลำโพง หรืออาจเป็นท่อลมที่มีการออกแบบซับซ้อนแบบ “Shelf” การออกแบบท่อลมแต่ละแบบจะขึ้นอยู่กับการใช้งานของตู้ลำโพงนั้นๆ ในกรณีที่ใช้การออกแบบประเภทนี้ ความยาวของท่อลมจะเท่ากับความหนาของไม้ทำตู้ลำโพง (ซึ่งเป็นเหตุผลที่แนะนำให้ใช้วัสดุที่มีความหนา 18 มม. เนื่องจากท่อลมถูกปรับจูนโดยรวมความหนานี้เข้าไปด้วย) การออกแบบท่อลมประเภทนี้เป็นที่นิยมในกลุ่มผู้ผลิตลำโพงระดับมืออาชีพ และมีประสิทธิภาพมาก ตู้ลำโพงในชุด DIY Series ใช้รูปแบบท่อลมที่หลากหลาย

การติดตั้งวัสดุดูดซับเสียงภายในเป็นส่วนสำคัญของตู้ลำโพง วัสดุนี้ต้องมีคุณสมบัติในการดูดซับเสียงที่เหมาะสมเพื่อช่วยลดแรงสั่นสะเทือนภายใน P Audio มีวัสดุดูดซับเสียงจำหน่าย และแนะนำอย่างยิ่งว่าไม่ควรใช้วัสดุทดแทน วัสดุที่ P Audio เสนอเป็นวัสดุที่มีคุณภาพสูงและเหมาะสมสำหรับการใช้งานในระบบลำโพงระดับมืออาชีพ ควรหลีกเลี่ยงการให้วัสดุดูดซับเสียงไปปิดท่อลม เนื่องจากจะลดประสิทธิภาพของย่านเสียงความถี่ต่ำอย่างมากการเสริมความแข็งแรงภายในตู้ลำโพง (Internal Bracing):

ตู้ลำโพง DIY Series ทุกแบบมีการแสดงการเสริมโครงภายในในแบบแปลน การเสริมโครงนี้สำคัญมากต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพของโดเมนเวลาที่เหมาะสม
(Time Domain Performance) และควรยึดติดด้วยกาวและตะปู การเสริมโครงที่เหมาะสมและเพียงพอจะช่วยปรับปรุงทั้งระดับเสียงและการตอบสนองในโดเมนเวลา ตำแหน่งของการเสริมโครงที่แน่นอนไม่จำเป็นต้องเป๊ะมาก แต่ควรปฏิบัติตามตำแหน่งพื้นฐานที่แสดงในแบบแปลนของ P Audio

การติดตั้งวูฟเฟอร์เข้ากับตู้ลำโพงต้องใช้สกรู M5 โดยมีความยาวอย่างน้อย 35 มม. และควรใช้ M5 T-nuts ในการยึดติดการติดตั้งที่จับและ “Top Hat” (Handles and Top Hat):

P Audio มีที่จับคุณภาพสูงและอะแดปเตอร์เสา “Top Hat” จำหน่าย ตำแหน่งของที่จับและ Top Hat หากใช้งาน ควรติดตั้ง ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลนของ P Audio อย่างแม่นยำ หากเปลี่ยนตำแหน่ง อาจทำให้เกิดความไม่มั่นคงและไม่ปลอดภัย การติดตั้งที่ตำแหน่งที่แนะนำจะช่วยให้ตู้ลำโพงมีความสมดุล

หมายเหตุ:ให้ติดตั้งที่จับและ Top Hat ตามตำแหน่งที่แสดงในแบบแปลนของ P Audio เท่านั้น!

การใช้ Top Hat ในลำโพงฟูลเรนจ์ (Full Range Enclosures):
ถ้าใช้ Top Hat กับตู้ลำโพงฟูลเรนจ์ ควรมั่นใจว่าความสูงรวมของตู้ลำโพงเมื่อวางบนขาตั้งลำโพงไม่สูงเกินไป การยกความสูงของตู้ลำโพงมากเกินไปอาจทำให้เกิดความไม่ปลอดภัย หากติดตั้ง Top Hat ในตู้ลำโพง DIY-118S หรือ DIY-218S ควรหลีกเลี่ยงการใช้เสาที่มีความยาวเกินไป การยกตู้ลำโพงฟูลเรนจ์ให้สูงเกินไปเหนือซับวูฟเฟอร์ อาจทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยได้ P Audio ไม่จำหน่ายขาตั้งลำโพงหรือเสา และเป็นความรับผิดชอบของผู้ใช้งานที่จะต้องเลือกความสูงที่ปลอดภัยโดยอ้างอิงจากขาตั้งลำโพงหรือเสาที่ซื้อมา

P Audio แนะนำอย่างยิ่งให้ใช้ตัวกรอง High Pass แบบแอคทีฟสำหรับการออกแบบตู้ลำโพงทุกประเภท การปรับจูนและตั้งค่าตัวกรอง High Pass ที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มความทนทานต่อกำลังขับของลำโพง ลดความเพี้ยนของทรานสดิวเซอร์ และเพิ่มกำลังสำรอง (Headroom) ของแอมป์