



БЕЛАЯ КНИГА

Технология Final Inverter Technology™ для электростатических громкоговорителей

Final Sound Solutions

ВВЕДЕНИЕ

Электростатические акустические системы считались новейшим достижением в воспроизведении звука в 1960-е годы, когда дебютировала легендарная KLH. Несколько позже Infinity Systems выпустила Servo Static One, полнодиапазонную электростатическую конструкцию, которая была воспринята как наилучший громкоговоритель всех времен и вывела компанию Infinity на позицию одного из крупнейших компаний в мире в области акустических систем. В начале 1990-х Martin Logan популяризировал концепцию «гибридизации», процесс сочетания динамической и электростатической технологии для достижения более высокого уровня качества звучания при меньшем занимаемом объеме пространства. Эти «интегрированные» гибриды достигли высокого уровня продаж, будучи изящными и «сексапильными», а не громоздкими и угловатыми.

Электростатические акустические системы известны четкостью и прозрачностью звучания, а также крайне малым уровнем искажений, потому что в сравнении с остальными обладают очень небольшой массой движущейся диафрагмы. Наряду с очень высоким качеством звучания, традиционные электростатические громкоговорители имеют при этом немало принципиальных недостатков, например, очень низкий импеданс, вследствие чего уровень сигнала на частотах выше 1000 Гц даже ниже, чем на нагрузке 1 Ом при 20000 Гц, вследствие чего необходим дорогостоящий усилитель высокой мощности. Другим известным недостатком традиционных электростатических громкоговорителей является широкая диаграмма направленности звука, в результате чего на позицию слушателя приходится лишь небольшой участок. Так как это крайне принципиально для воспроизведения звука, электростатическим громкоговорителям требуется очень большая поверхность для воспроизведения басовых тонов (увеличение стоимости).

Акустические системы Final оснащены электростатическими преобразователями. Электростатический принцип базируется на том факте, что два объекта, обладающих положительным зарядом, испытывают воздействие отталкивающей силы, а объекты, обладающие отрицательным зарядом, испытывают воздействие притягивающей силы.

В случае электростатических громкоговорителей, тонкая пленка из майлара (Mylar®), непрерывно подзаряжаемая с помощью высоковольтного устройства, подвешивается между двумя перфорированными пластинами. Для электростатических громкоговорителей традиционного типа звуковой сигнал от усилителя преобразуется в высокое напряжение с помощью звукового трансформатора и подается на перфорированные пластины в виде переменного тока.

Переменное электрическое поле, наведенное двумя перфорированными пластинами (статорами), будет отталкивать и притягивать пленку (мембрану). Мембрана при этом будет перемещать воздух, порождая таким образом звуковые волны.

Хотя электростатический принцип весьма прост, имеется множество проблем, которые необходимо разрешить. Например, имея дело с высоковольтной системой, мы нуждаемся в усовершенствованной технологии изоляции. С другой стороны, критичной для качества звучания громкоговорителя является конструкция звукового трансформатора.

Уникальные свойства технологии FINAL SOUND INVERTER, делающие ее экономически оправданной

- Чрезвычайно низкий уровень искажений.
- Прозрачное и естественное звучание.
- Высокая разрешающая способность звучания (большое количество подробностей).
- Высокий импеданс, обеспечивающий снижение мощности и стоимости усилителей.
- Обширный стереофонический образ.
- Превосходная чувствительность на обычном расстоянии прослушивания.
- Намного меньшее влияние отражений в помещении (от стен, потолка и пола), что удешевляет установку домашнего кинотеатра.
- Принцип инвертора позволяет достичь большей безопасности. Это обеспечивает соответствие конструкции требованиям стандартов UL и CE.
- Для инвертора требуется менее крупная элементная база. Его плоская конструкция хорошо вписывается в «цифровой» стиль.

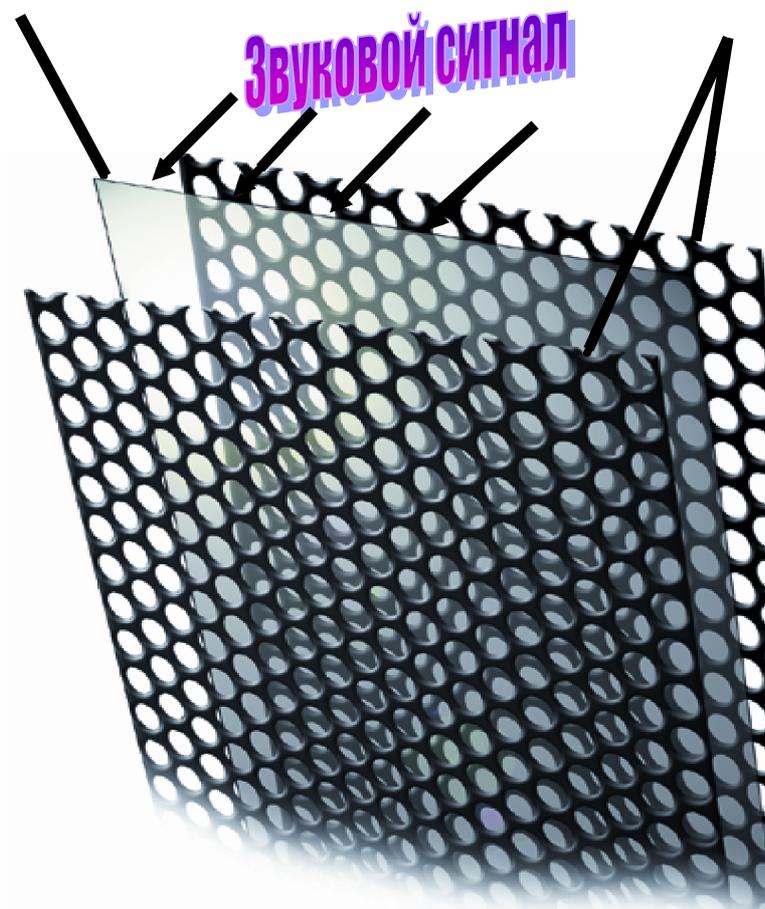
Модульная конструкция Final Sound Solutions позволяет применять менее затратные технологии изготовления, делая цены для конечного пользователя более привлекательными.

РЕШЕНИЕ FINAL SOUND: ИНВЕРТОР

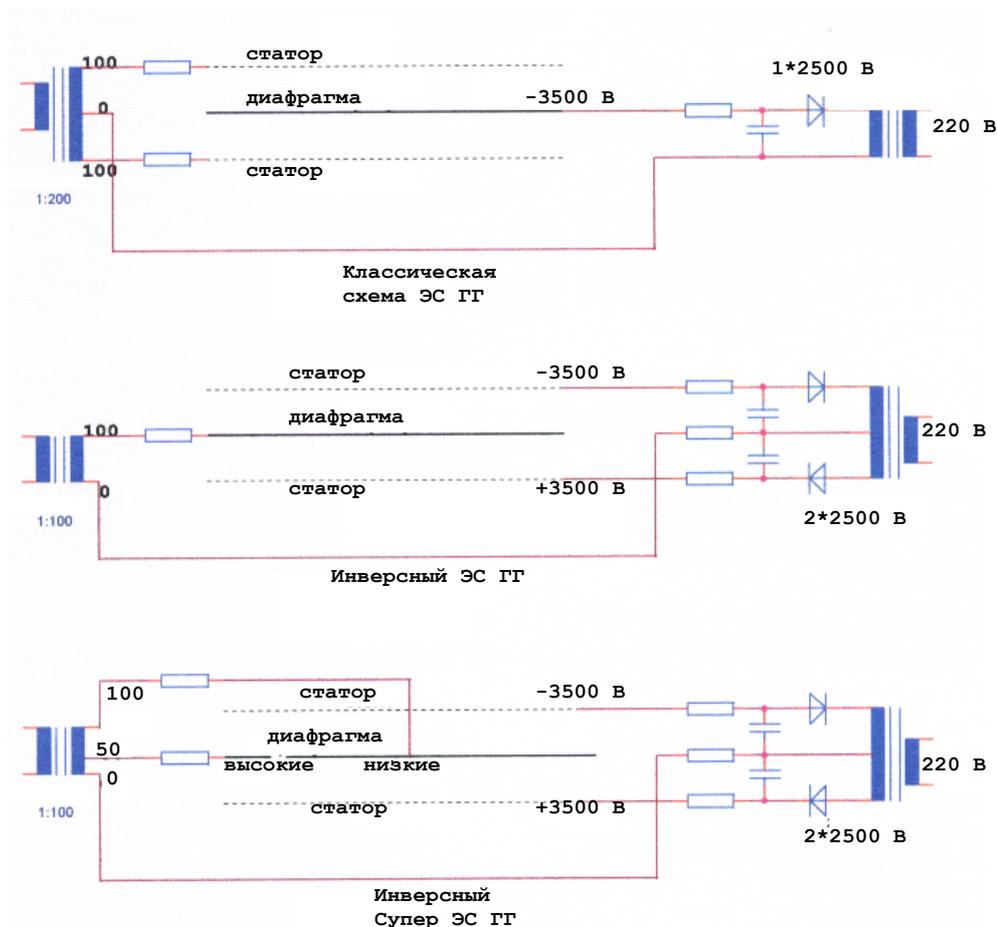
Final Sound за последние два года был разработан инвертирующий электростат в расчете на устранение многочисленных недостатков электростатов при сохранении в то же время их преимуществ.

Диафрагма

Пластины статоров



Помимо этого, разработчиками FSS была значительно усовершенствована технология изготовления диафрагмы, что позволило сделать ее намного протяженнее, чем в обычных электростатах.



ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ FINAL SOUND

Электростатические громкоговорители Final состоят из следующих основных компонентов:

Электростатический элемент. Данный элемент представляет собой две сложенные вместе перфорированные пластины. Между этими пластинами подвешена тонкая пленка (мембрана). Пластины покрыты особым эпоксидным полиэфиром, обеспечивающим необходимую изоляцию. Мембрана сделана электропроводящей, что означает процесс нанесения покрытия. Наконец, с помощью лент высокой клейкости (VHB) элементы конструкции объединяются в единое целое.

Звуковой трансформатор. Разработчики Final представили собственные звуковые трансформаторы новейшего типа. Были использованы особые материалы для сердечника и технологии изоляции. Звуковой трансформатор в значительной степени определяет качество звучания акустической системы. В наши дни на рынке отсутствует предложение подходящих для использования в составе ЭС АС звуковых трансформаторов.

Высоковольтная часть. Высоковольтная часть обеспечивает подачу напряжения на все элементы электростатической системы. Это устройство подает на пластины статоров поляризованное напряжение. Энергопотребление электростатических громкоговорителей очень невелико.

Каркас. Элементы электростатической системы крепятся на жестком каркасе. Акустические системы Final последнего поколения собраны на прекрасных каркасах, собранных из трубок (прессованный алюминиевый сплав). Атласное покрытие каркаса придает акустической системе уникальный и привлекательный вид. С другой стороны, прессованные профили дают возможность формирования больших объемов.

Уникальной особенностью для систем домашнего кинотеатра является возможность поставки электростатических панелей как в исполнении для настенного монтажа, так и для установки на полу.

Модуль сабвуфера. Данное устройство специально предназначено для воспроизведения нижнего диапазона частот системы домашнего кинотеатра. В корпусе сабвуфера расположен особый низкочастотный громкоговоритель, сигнал на который подается с усилителя уровня high-end. Чтобы обеспечить идеальное соответствие электростатическим элементам, НЧ громкоговоритель способен воспроизводить музыкальный сигнал частотой до 300 Гц.

Рамы панелей громкоговорителей собраны из пресованных профилей из алюминиевого сплава и покрыты атласом. Это обеспечивает значительную гибкость при выборе размеров. Панели собраны из перфорированных пластин, скрепленных с помощью лент высокой клейкости (VHB). Такой способ производства панелей акустической системы позволяет изготавливать их очень быстро и с высокой эффективностью.

Крупносерийное производство может снизить себестоимость и, как следствие, розничную цену. Поэтому потенциальный объем рынка будет чрезвычайно большим.

Эта уникальная технология производства электростатических акустических систем позволяет достичь сочетания великолепного звучания с превосходным соотношением цены и качества. Их чрезвычайно плоская конструкция позволяет располагать их не только на полу, но и на стенах. А запатентованная и заявленная на патенты электростатическая технология дает гораздо более приемлемые цены и качество по сравнению с конкурирующими системами.

Почему Электростатические Громкоговорители (ЭС ГГ) звучат громче?

При определении чувствительности громкоговорителей в общем случае общепринятой практикой является выражение этой величины в дБ/1 м/1 Вт, или 2,83 В. Это прекрасно работает в качестве показателя для динамических громкоговорителей, поскольку они являются точечными источниками, однако для линейных источников звука требуется несколько более подробное описание. Электростатические громкоговорители в основном являются линейными источниками, и, кроме того, они являются диполями.

Здесь рассматриваются оба эти аспекта.

Традиционный громкоговоритель конусного типа является точечным источником звука. Кроме того, обычно он излучает звук только в переднем направлении. ЭС ГГ являются линейными источниками, и, кроме того, обычно излучают звук как в переднем, так и в обратном направлении.

При измерении протяженного линейного источника на дистанции 1 м микрофон обычно воспринимает его звучание лишь с ограниченной части общей звучащей поверхности. Таким образом, результаты такого измерения не могут правильно отражать восприятие слушателем уровня звучания.

Из теории акустики следует, что уровень звучания точечного источника уменьшается (как и следует ожидать) на 6 дБ при удвоении дистанции измерения, тогда как протяженный линейный источник (например, ЭС ГГ) показывают при удвоении дистанции измерения снижение в 3 дБ. При расположении слушателя в помещении на типичном расстоянии 4 м интенсивность звучания точечного источника на 12 дБ ниже, чем при общепринятых, но не очень практичных измерениях на дистанции 1 м.

Для линейного источника типа большого электростата при прослушивании с дистанции 4 м потери составляют не 12 дБ, а только 6 дБ.

Этот феномен можно пояснить на примере:

Качественный конусный громкоговоритель, обладающий свойствами точечного источника, обладает «чувствительностью 86 дБ/Вт/1 м». При расположении слушателя на типичном расстоянии 4 м уровень звучания падает до $86 - 12 = 74$ дБ. Большой ЭС ГГ, при прослушивании с такой же дистанции, выдаст звук с уровнем $86 - 6 = 80$ дБ. Разница — 6 дБ.

Второе свойство ЭС ГГ — это их дипольный характер. Акустические системы традиционного типа излучают только вперед, а тыльная сторона обычно закрыта корпусом.

ЭС ГГ излучает звуковую энергию и вперед, и в обратную сторону. Энергия звука, направленная в обратную сторону, будет отражаться от стен и складываться с волнами, идущими в прямом направлении. Это повлияет на общий уровень звучания, воспринимаемый слушателем. Если обе волны окажутся в фазе, то превышение могло бы составить 6 дБ. Но обычно они, конечно, не синфазны, и реалистичная оценка разницы — 3 дБ.

Теперь еще раз присядем перед нашим громкоговорителем с чувствительностью 86 дБ/Вт/1 м на позиции в 4 м от него и прибавим два описанных выше феномена, сложив их вместе. Точечный источник даст (см. выше) уровень звучания $86 - 12 = 74$ дБ на расстоянии 4 м.

Протяженный ЭС ГГ даст $86 - 6 + 3$ дБ = 83 дБ на 4 м.

Разница в 9 дБ на позиции прослушивания весьма существенна. ЭС ГГ меньшего размера не является идеальным линейным источником звука, однако сохраняет свой дипольный характер и превышение на 3 дБ. ЭС ГГ меньшего размера (86 дБ) в этом контексте выдаст на 4 м $86 - 9 + 3$ дБ = 80 дБ, что все-таки на 6 дБ выше, чем для точечного источника с той же замеренной чувствительностью 86 дБ/1 м/ 1 Вт/2.83 В.

Если Final указывает 86 дБ/1 м/ 1 Вт, это соответствует стандартной методике измерений. Для крупных ЭС ГГ следует добавить к этому значению 9 дБ: это реально соответствует 95 дБ для эквивалентного точечного источника (обычного конусного громкоговорителя). Для небольших ЭС ГГ следует добавить к этому значению 6 дБ: это реально соответствует 92 дБ для эквивалентного точечного источника, что необходимо для формирования верного впечатления о возможностях ЭС ГГ по сравнению с конусными громкоговорителями.

Последнее заблуждение в интерпретации результатов измерений для ЭС ГГ, связано опять-таки с их длиной, в основном по вертикали.

Если снимать частотные характеристики на обычном расстоянии 1 м, возможны значительные различия в расстоянии между микрофоном и различными частями ЭС ГГ. Расстояние до середины составит, конечно, 1 м. Однако до краев ЭС ГГ 80 высотой 52 мм расстояние составит корень из суммы $(100^2 + 26^2) = 103.3$ см. Это соответствует половине длины волны приблизительно на 4000 Гц.

На данной частоте волны, исходящие от краев ЭС ГГ, будут в той или иной степени подавлять волны, исходящие из центра. Эта характеристика приведет неопытного экспериментатора к мнению о том, что за этой первой подавляющей частотой спад частотной характеристики составит 3 дБ на октаву! Однако при измерении на дистанции 4 м эта первая подавляющая частота будет составлять уже 16 000 Гц. А ЭС ГГ длиной 120 см, как у модели FINAL 400, будет казаться, что эта «первая подавляющая частота» — около 3600 Гц.

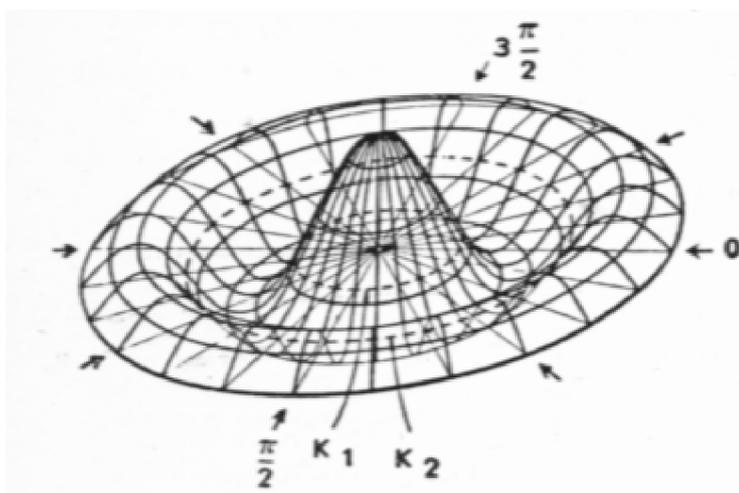
Для слушателя, находящегося в помещениях с некоторыми реверберационными свойствами (не в сурдокамере), этот феномен становится совершенно не имеющим значения, так как все волны вернутся к нему отраженными от всех стен, а также от пола и потолка, и размоют волны, замеренные при установке в безэховой камере или при использовании программных средств, устраняющих все отражения.

При рассмотрении результатов измерений ЭС ГГ в безэховом помещении для оперативной оценки параметров ЭС ГГ можно руководствоваться следующими правилами: измерения в области нижних частот можно провести на обычной дистанции 1 м, а высокие частоты лучше всего замерить на дистанции 4 м или более.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

Сравнение электростатических (далее ESL) и динамических (конусных) громкоговорителей и описание функционирования ESL можно провести столькими различными способами и в настолько разных формах, что это могло бы составить небольшую библиотеку. Поскольку объем этого введения ограничен, приведем только краткий перечень наиболее существенных различий между двумя системами, надеюсь, что эта тема хорошо знакома читателю.

1. Электромагнитные, или динамические громкоговорители оснащены конусом (диффузором), приводящимся в движение одним из типов движущейся в магнитном поле катушки — плоской или кольцеобразной. Конус обычно возбуждается по центру — для басовых или среднечастотных динамиков, либо по периметру, как в случае с твитерами, и колеблется в точном соответствии с колебаниями электрического тока в катушке. Однако на практике движение конуса более или менее подобно движению выбиваемого ковра, а не идеальной жесткой поверхности. Взгляните на приведенный ниже рисунок, чтобы вообразить себе это. Остается надеяться на то, что усредненное направление движения поверхности в целом достаточно общее, чтобы обеспечить разборчивость и дать музыкальное представление наших любимых звукозаписей.



2. Диафрагмы ESL весят существенно меньше, чем конусы: диафрагма модели 80i весит менее 1 грамма. Это столько же, сколько весят 100 литров воздуха, имеющего плотность 1 кг/м^3 . Такая диафрагма в ESL имеет толщину 12 микрон и весят столько же, сколько слой воздуха 12 мм толщиной — по 6 мм с каждой стороны. Диафрагма ESL приводится в движение полностью одновременно и в одном направлении по всей ее поверхности.

3. Конусы имеют преимущество — значительный размах хода, но поверхность диафрагмы ESL должна быть во много раз больше, чем поверхность конуса, чтобы привести в движение такое же число составляющих воздух молекул. Но будьте внимательны: ESL перемещает воздух с обеих сторон, как было указано выше. Низкочастотный выходной сигнал ESL, по общему признанию, качественный и чистый, однако обычно не столь сильный, — если, конечно, не сделать поверхность ESL очень большой и одновременно весьма дорогостоящей.

4. Последняя модель Final, превосходная 1.4 (сейчас она выпускается под индексом 1400i), имеет площадь громкоговорителя $0,7 \text{ м}^2$. Если бы это был круглый конус, диаметр его излучающей окружности составил бы 95 см! Самая маленькая из наших сегодняшних моделей (модель 80) имеет площадь вдесятеро меньшую, чем 1400, — $0,07 \text{ м}^2$. Это эквивалентно диаметру 12 дюймов (30,5 см), тоже очень солидный размер для конусного громкоговорителя.

5. Динамические громкоговорители обычно размещаются в корпусах, которые не являются «глухонемыми» ящиками, которые оказывают свое влияние на звучание музыки. У ESL таких корпусов нет — ценой качества звучания на басовых частотах.

6. Динамические громкоговорители требуют деления частотного диапазона на полосы — на два, три и более поддиапазонов. Это ведет к использованию LC-фильтров, вносящих свою долю влияния на общее звучание.

7. ESL, вследствие своей обширной излучающей поверхности, демонстрируют тенденцию к сжатию верхней границы звукового спектра, ограничивая размеры так называемого «лакомого кусочка». Компания FINAL изыскала способ борьбы с этим явлением.

8. Для большинства представленных на рынке ESL требуются усилители уровня high end, вследствие зависимости их импеданса от частоты: его значения могут составлять не выше 1 Ом на частоте 20 кГц. При этом очень сильна и зависимость их емкости от частоты: упомянутое значение 1 Ом эквивалентно 8 мкФ. Это само по себе является достаточно странным феноменом, поскольку теоретически чувствительность ESL повышается с ростом значения частоты и следовало бы ожидать, сравнив **подаваемую** электрическую энергию с **выдаваемой** энергией звука, явления так или иначе обратного вида.

9. Полнодиапазонные электростаты обычно обладают ограниченной чувствительностью. Обычно она составляет 86 дБ там, где динамические громкоговорители демонстрируют чувствительность от 86 до 92 дБ без использования рупоров экспоненциальной формы и других дополнительных мероприятий (замерено при 2.83 В на входе и на дистанции 1 м). Это подробно обсуждалось выше. Звучание громче, чем Вы могли бы ожидать, исходя из технических характеристик.

10. Промышленность минувшего десятилетия изготавливала преимущественно крупные и дорогостоящие электростатические системы в сравнительно небольшом количестве, в основном для рынка high-end, и не обращалась к среднему сегменту рынка. Отчасти это было обусловлено порочным кругом - поскольку небольшие партии не вели ни к быстрому снижению себестоимости продукции, ни к быстрому накоплению знаний. Динамические громкоговорители, напротив, выпускались в огромных количествах и разновидностях по всему миру и таким образом стали доступны по невысоким ценам.

11. Использование высокого напряжения, необходимого для работы ESL, представляло собой вызов с точки зрения безопасности, как, например, несоответствие требованиям стандартов ETL и UL относительно безопасности для людей и пожарной безопасности. Эти проблемы устраняются благодаря созданию Final Inverter.

12. ESL чувствительны к воздействию пыли, дыма и влажности: пребывание в таких условиях ведет к сокращению срока их службы. Однако компанией Final был разработан новый тип диафрагмы с защитным покрытием, обеспечивающим длительный срок службы.

13. ESL являются линейными источниками звука, и поэтому их поведение при формировании акустического поля полностью отличается от действия точечных источников звука.

© 2005 FINAL SOUND SOLUTIONS

FINAL SOUND SOLUTIONS

Eisenhowerweg 8d
5466 AC Veghel
The Netherlands
Телефон: +31 (0) 413 311 115
www.finalsound.com

9.26.05

Inverter Technology является торговой маркой компании Final Sound Solutions.