

Заневский Н. В.
Б1-13-7802.
С344.1р

3-276

+



1574/74

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 1-13-7802

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1974

Объединенный институт ядерных исследований
Лаборатория высоких энергий

Ю. В. Заневский

Б1-13-7802

МЕТОДИКА БЕСФИЛЬМОВЫХ КАМЕР
В ЛАБОРАТОРИИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

БИБЛИОТЕКА
В ИЯЭ
14 марта 74

Дубна, 1974 г.

ВВЕДЕНИЕ

Бесфильмовые камеры (искровые, пропорциональные, дрейфовые) широко используются для детектирования излучений в физике высоких и низких энергий, биофизике, медицине, исследованиях космоса и т.д.

Вывод и регистрация информации с бесфильмовых детекторов осуществляется с помощью современной электронной аппаратуры. Во многих случаях данные передаются в ЭВМ, которая принимает и обрабатывает информацию в реальном масштабе времени.

В Лаборатории высоких энергий разработки бесфильмовых камер и электроники съема и регистрации информации, а также внедрение их в физические эксперименты проводится СЕКТОРОМ БЕСФИЛЬМОВЫХ КАМЕР (СБК).

В состав СБК входят:

- 1) группа детекторов;
- 2) группа съема информации и регистрирующей электронной аппаратуры;
- 3) производственная группа;
- 4) монтажная группа.

Методика бесфильмовых камер успешно развивается в Лаборатории с 1965 года. На её основе ЛВЭ выполнила пять важных физических экспериментов на ускорителях ОИЯИ и ИФВЭ.

В процессе создания бесфильмовых детекторов работы проводятся по следующим, тесно связанным между собой, направлениям:

- а) собственно детектор,
- б) способ съема информации,
- в) регистрация информации для последующей передачи в ЭВМ.

Конструкция бесфильмовых камер определяется требованиями каждого конкретного эксперимента – от небольших площадей до десятков квадратных метров. Если учесть требуемые точности изготовления, то будет понятен целый комплекс различных технологических проблем, требующих решения в процессе разработок. В секторе имеются станки и специальное оборудование, необходимое для разработок детекторов.

После создания детекторы проходят стендовые испытания. На стендах сектора используется аппаратура, позволяющая практически полностью воспроизвести условия работы на ускорителе. В процессе испытаний используется большой объем электронной аппаратуры для регистрации информации, поступающей с детекторов. В ближайшее время на стенде сектора будет установлена малая ЭВМ типа ЕС-1010, которая позволит значительно сократить время, требуемое для надежного испытания детектора /1/.

Специалисты сектора работают в тесном контакте с физическими группами. Работы в секторе проводятся в соответствии с научно-тематическим планом Лаборатории по темам:

I-006-0026-69, I-006-0254-71, I-006-0363-72, I-006-0027-69,
I-006-0252-71, I-005-315-72, I-005-0017-68, I-003-0010-69,
I-001-0002-68, I-001-0003-70.

И В соответствии с планами международного сотрудничества ЛВЭ со странами-участниками ОИЯИ по темам:

ЛВЭ – СССР, тема № 7; ЛВЭ – СФР, тема № 5;

ЛВЭ – ПНР, тема № 12; ЛВЭ – ВНР, тема № 4.

I. ПРОВОЛОЧНЫЕ ИСКРОВЫЕ КАМЕРЫ.

На основе проволочных искровых камер в ЛВЭ были созданы крупные экспериментальные установки (Струнова, Савина, Цыганова) на линии с ЭВМ, обладающие высокой степенью автоматизации, на

которых уже выполнено несколько важных экспериментов, вызвавших большой интерес на международных конференциях /2/. В экспериментах ЛВЭ с проволочными искровыми камерами впервые в ОИЯИ был успешно внедрен опыт обмена информацией, записанной на магнитные ленты, для обработки в институтах стран-участниц ОИЯИ.

На рисунке I показан блок проволочных искровых камер в эксперименте по изучению $\pi^- e$ рассеяния на ускорителе ИФВЭ /3/.

Топография события $\pi^- e$ рассеяния, представленная на дисплее с искровых и пропорциональных камер в этом эксперименте, показана на рисунке 2.

II. ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ КАМЕРЫ.

Пропорциональные камеры*, получающие с каждым годом все более широкое распространение, выполняют важнейшие функции в сложных физических экспериментах. Известный американский физик Л.Ледерман назвал появление таких камер на основе микромодульной электроники "новой революцией в технике детектирования" частиц. Несомненно, что в ближайшее десятилетие мы будем свидетелями дальнейшего развития этой методики детектирования частиц и бурного внедрения её в практику физического эксперимента.

В ЛВЭ методика пропорциональных камер успешно развивается с 1970 года /4/. Первые методические работы Лаборатории были представлены на Международную конференцию по аппаратуре в физике высоких энергий осенью 1970 года в Дубне.

Пропорциональные камеры широко используются в экспериментах физики высоких и низких энергий:

- а) для диагностики выведенных пучков /5-8/;

* Впервые предложены Ж.Шарпаком в 1968 году в ЦЕРНе.

- б) в спектрометрах /9,10/;
- в) в системах отбора (решающих системах) /11,10/;
- г) для измерения ионизационных потерь /12,8/;
- д) в фокальной плоскости спектрографов /13/.

На рисунке 3 показаны пропорциональные камеры, впервые в ОИЯИ примененные в эксперименте по изучению пион-протонного и пион-электронного рассеяний при энергии 50 Гэв на ускорителе ИФВЭ в 1970 году.

Профиль пучка μ^- мезонов, полученный на канале ИФВЭ с помощью системы диагностики на основе пропорциональных камер при облучении жидководородной камеры "ЛЮДМИЛА", приведен на рисунке 4. Эта система диагностики была разработана СБЖ ЛВЭ и введена в строй в начале 1973 года. Электронная регистрирующая аппаратура системы выполнена в стандарте КАМАК /8/.

Очень широкое распространение получают пропорциональные камеры для детектирования излучений с малой энергией /14/.

К этой области применений относится прежде всего детектирование рентгеновских лучей и гамма-лучей для медико-биологических целей. Пропорциональные камеры дают возможность определить координаты вторичных электронов очень малой энергии и очень низкой интенсивности. Очевидно, что другие детекторы не обладают такой возможностью. На рисунке 5 показаны снимки биологических объектов, содержащих радиоактивные изотопы /15/.

Очень важным является тот факт, что при использовании в рентгенографии пропорциональных камер суммарная доза, получаемая живым организмом, может быть уменьшена на три порядка.

Эта тематика широко освещалась на 19 Симпозиуме по ядерным исследованиям в Майами, США, в декабре 1972 года /17/.

На рисунке 6 показаны снимки руки человека. При этом облучение проводилось радиоактивным источником, детектирование — пропорциональной камерой, наполненной ксеноном /15/. Если внутреннюю поверхность камеры выложить веществом, конвертирующим нейтроны в заряженные частицы, например, бором, то появляется возможность детектировать медленные нейтроны.

Пропорциональные камеры могут также применяться для рентгеновской кристаллографии сложных органических кристаллов, которые разрушаются при интенсивностях, применяемых в рентгенографии.

Весьма перспективным является применение таких камер для детектирования рентгеновских лучей от переходного излучения /16/.

Важным направлением является применение пропорциональных камер в исследованиях космоса, чему было уделено большое внимание на 19 симпозиуме по ядерным исследованиям в Майами, США /17/.

На первом Рабочем совещании по методике пропорциональных камер (Дубна, март 1973 года) были представлены результаты работ, проводимых по данной тематике в ОИЯИ и странах-участницах.

III. ДРЕЙФОВЫЕ КАМЕРЫ.

Идея определения позиции, в которой заряженная частица проходит дрейфовую камеру, заключается в измерении временного интервала, который требуется электронам, освобожденным в газе камеры для достижения сигнальной проволоки. Таким образом, время дрейфа — есть функция расстояния прошедшей частицы от сигнальной проволоки /18,19/.

Сочетание прекрасного пространственного и временного разрешений, сравнительно низкая стоимость — всё это даёт основание полагать, что в ближайшие годы дрейфовые камеры вытеснят большую часть детекторов, располагаемых вокруг ускорителей.

На рисунке 7 показана дрейфовая камера небольшого размера, на которой в СБК ЛВЭ исследовались характеристики этого детектора. Зависимость времени дрейфа в дрейфовой камере приведена на рисунке 8.

Разработки таких камер связаны с созданием регистрирующей электронной аппаратуры, работающей на частотах выше 200 мгц.

IV. ЭЛЕКТРОННАЯ РЕГИСТРИРУЮЩАЯ АППАРАТУРА.

Для съема информации с проволочных искровых и пропорциональных камер, преобразования в цифровой вид и передачи в ЭВМ в СБК ЛВЭ (по решениям Ученого совета по физике высоких энергий) были проведены разработки электронной регистрирующей аппаратуры "РЕПЕР" /20,21/.

Разработанная система элементов построена на современных интегральных схемах и выполнена в стандарте КАМАК. На основе элементов "РЕПЕР" создана регистрирующая электронная аппаратура для системы проволочных искровых и пропорциональных камер экспериментальной установки "ФОТОН", включающая около 300 блоков (рисунок 9).

Образцы электронной аппаратуры разрабатываются в секторе и документация передается в ЦЭМ для воспроизводства.

Аппаратура "РЕПЕР" находится на современном мировом уровне и получила высокую оценку советских и зарубежных специалистов.

ЭВМ ЕС-1010, которая будет установлена на стенде СБК в конце 1973 года, позволит более эффективно вести отладку регистрирующей аппаратуры совместно с детекторами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Выполнение Лабораторией высоких энергий нескольких важных серпуховских экспериментов и создание новых крупных установок с проволочными камерами стало возможно благодаря методике бесфильмовых камер, которая успешно развивается в ЛВЭ.

Цикл работ Лаборатории по созданию методики эксперимента с бесфильмовыми камерами был удостоен первой премии ОИЯИ, а за работы по использованию пропорциональных камер в физическом эксперименте авторскому коллективу ЛВЭ присуждена премия на конкурсе работ молодых ученых Института.

Последняя международная конференция по аппаратуре в физике высоких энергий (Фраскати, 1973 г.) показала, как сильно возрос интерес экспериментаторов к бесфильмовым детекторам.

Сейчас практически ни один эксперимент не мыслим без использования проволочных искровых, пропорциональных или дрейфовых камер.

Бесфильмовые камеры являются мощным инструментом, используемым в различных областях науки и техники.

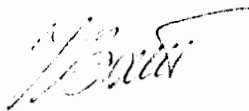
Развитие методики бесфильмовых камер стимулирует рост многих областей промышленности, так как для этих работ требуется создание специальных стеклопластиков и химических материалов, различного рода высококачественной проволоки, специализированных интегральных схем и т.д.

Следует отметить успешно развивающееся сотрудничество ЛВЭ по этой методике со странами-участницами СССР, ПНР, ВНР.

В работах по созданию бесфильмовых детекторов могут принимать участие специалисты стран - физики экспериментаторы, инженеры-физики, биофизики, инженеры-электронщики, программисты, инженеры-конструкторы, техники и т.д.

Начальник СБК ЛВЭ

Ю. В. Заневский



Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ю.В.Заневский, Труды международного семинара по ядерной электронике, Варна, 1969 г. (371-384).
2. С.Г.Басиладзе и др. Препринт ОИЯИ PI-5361, 1970 г.
3. G.T.Adylov et al. Communications of JINR, NE I3-6658, Dubna 1973.
4. Yu.Zanevsky et al. Nucl. Instr. and Meth. 94 (1971) 233-235.
5. В.А.Бирюков, В.Г.Зинов, А.Д.Конин. Препринт ОИЯИ, PI3-5398, Дубна, 1970 г.
6. G.Amato and G.Petrucci, CERN 68-33, Geneva 1968; CERN Courier 10 (1970), 153.
7. J.Buchanan et al. Nucl. Instr. and Meth. 99 (1972) 159.
8. Ю.А.Заневский, А.Б.Иванов и др. Труды рабочего совещания по методике пропорциональных камер, I3-7I54, (стр. 150-162), Дубна, март 1973.
9. CERN Courier II (1971) 223.
10. Z.Guzik et al., JINR Preprint E I3-6I94, Dubna 1971.
11. А.А.Деревщиков и др. Препринт ИФВЭ, 72-4, Серпухов, 1972.
12. I.Lethavs and R.Matthewson, Nucl. Instr. and Meth., 27 (1971) 187.
13. H.Becker et al. Nucl. Instr. and Meth., 95 (1971), 525.
14. С.М.Коренченко (обзор). Труды рабочего совещания по методике пропорциональных камер, I3-7I54, стр. 9-24, Дубна, март 1973.
15. S.N.Kaplan et al., Nucl. Instr. and Meth., 106 (1973), 397.
16. H.Uto et al., Nucl. Instr. and Meth. 97 (1971), 389.

17. "1972 Nuclear Science Symposium", 6-8 Desember, 1972, MIAMI, Florida. IEEE Transaction on Nuclear Science, February 1973, Volume NS-20, No 1, (p. I25-I65).
18. T.Bressani, G.Chartpak et al. Dubna Meeting Filmless and Streamer Chambers, Dubna, USSR, April 1969, p. 275.
19. A.M.Walenta et al., Nucl. Instr. and Meth., 92, 373 (1971).
20. Т.В.Беспалова и др. Труды совещания по методике пропорциональных камер, 13-7154, (стр. 121-128), Дубна, март 1973.

Подписи к рисункам

- Рис.1. Блок проволочных искровых камер (после магнита) в магнитном спектрометре для эксперимента по π^+e^- рассеянию на ускорителе ИФВЭ.
- Рис.2. Топография события π^+e^- -рассеяния, представленная на дисплее с искровых и пропорциональных камер в этом же эксперименте.
- Рис.3. Общий вид пропорциональных камер, примененных в экспериментах по изучению π^+e^- и $\pi^+\rho^-$ -рассеяний при энергии 50 Гэв на ускорителе ИФВЭ.
- Рис.4. Профиль пучка π^+ мезонов (X проекция), полученный на канале ИФВЭ, при облучении жидководородной камеры "Людмила". (Расстояние между точками соответствует 1,5 мм).
- Рис.5. Фотографии листа, щитовидной железы и модели щитовидной железы, сделанные с помощью пропорциональной камеры, чувствительной к рентгеновским и мягким гамма-лучам.
- Рис.6. Снимки руки человека, полученные при использовании радиоактивного источника и пропорциональной камеры, заполненной ксеноном.
- Рис.7. Дрейфовая камера, на которой в СБК исследовались характеристики этого детектора.
- Рис.8. Зависимость времени дрейфа от длины дрейфа в дрейфовой камере.
- Рис.9. Регистрирующая электронная аппаратура для искровых и пропорциональных камер установки "ФОТОН", изготовленная на основе элементов "РЕШЕР". Аппаратура выполнена в стандарте КАМАК (цифровая часть).



Рис. 1

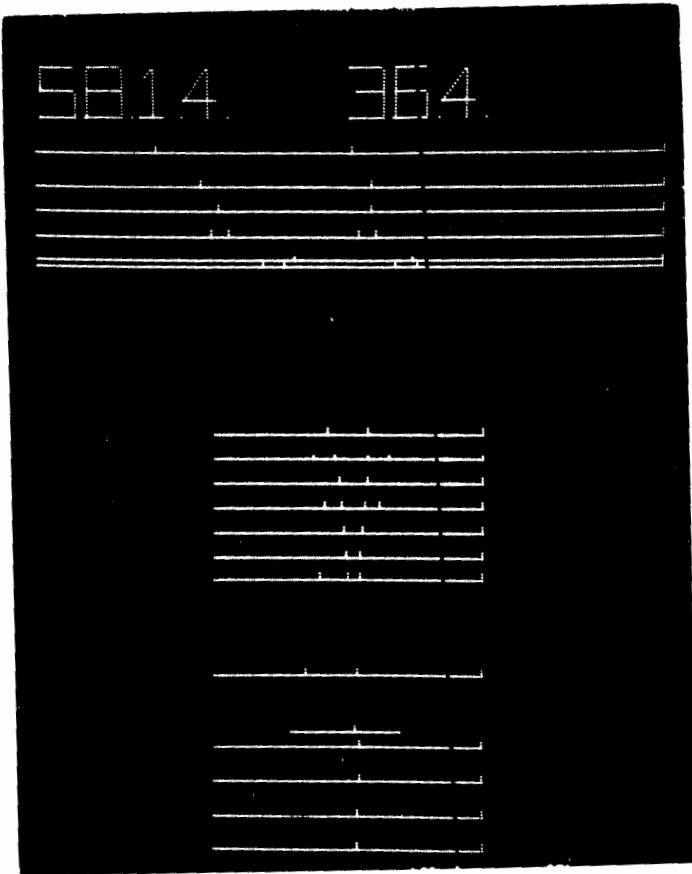


Рис. 2

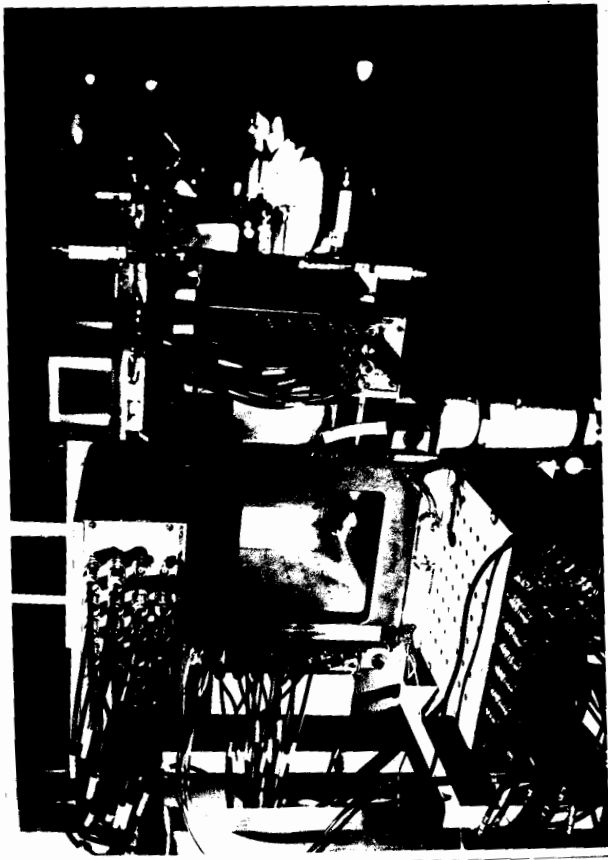
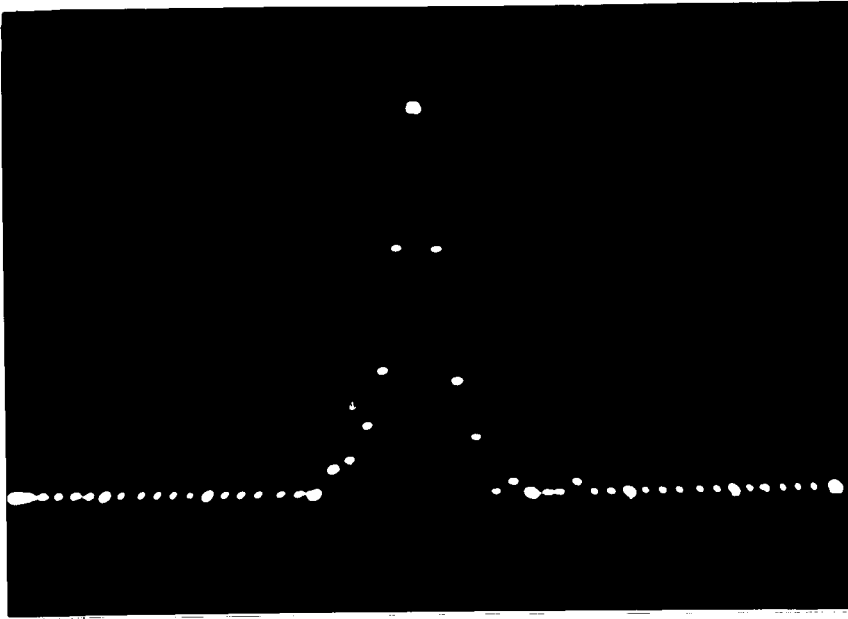
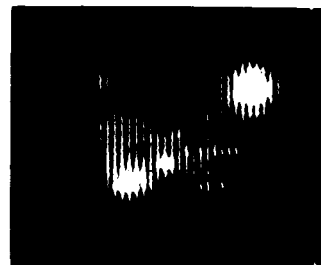


Рис. 3



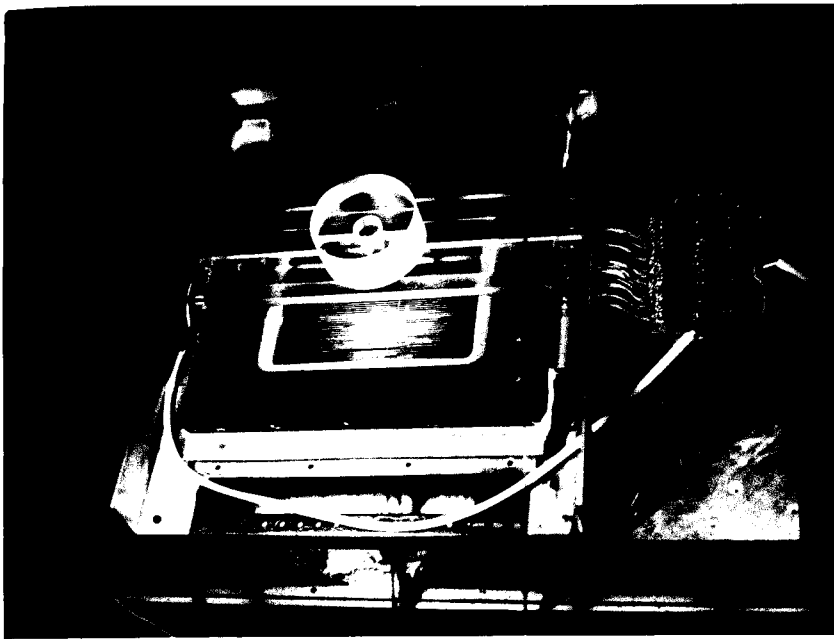
Puc. 4



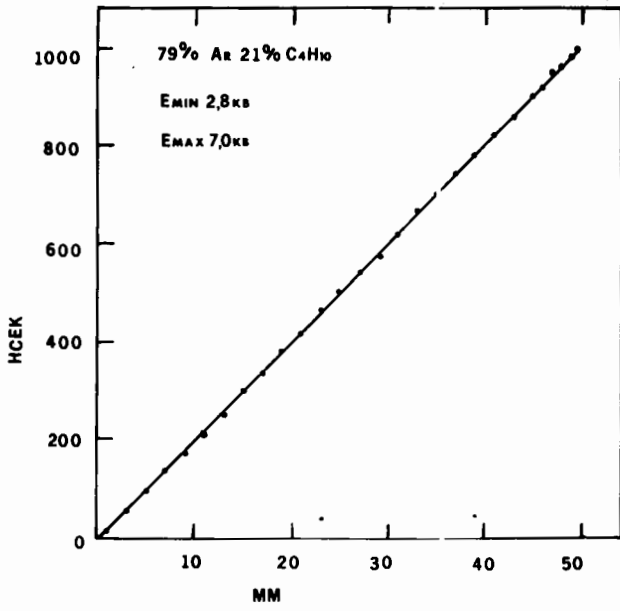
Puc. 5



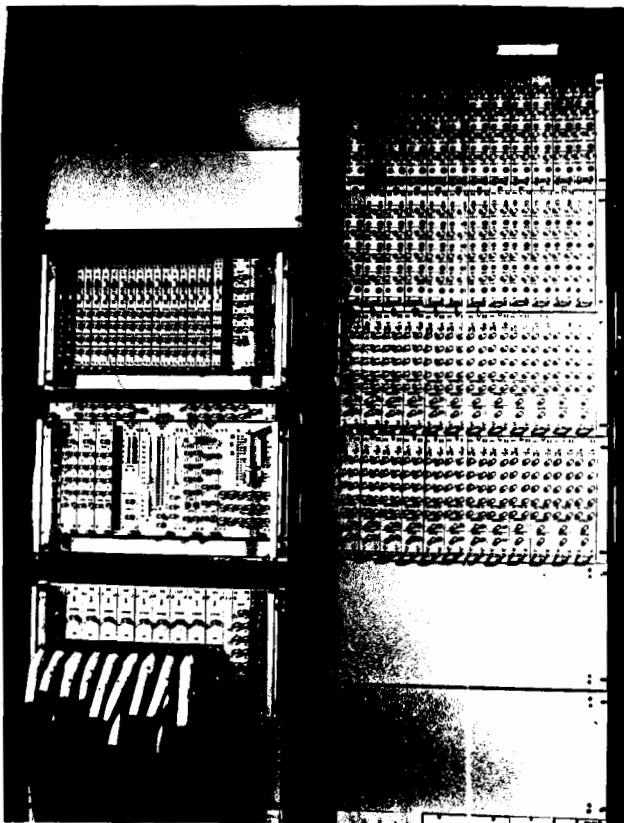
Puc. 6



Puc. 7



Puc. 8



Puc. 9