

# **ЭЛЕКТРОННОЕ МНОГОКАНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО СБОРА ИНФОРМАЦИИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ХАРАКТЕРНЫХ СВОЙСТВ НЕПРЕРЫВНО ПОСТУПАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ВО ВРЕМЯ НАНЕСЕНИЯ ЭМАЛИ НА ПРОВОД**

З. БЕНЬО

Кафедра регулирования процессов Будапештского технического университета.  
Поступило: 25 июля 1975 г. Представлено проф. А. Фридеш

Эмалированный провод является продуктом, требующим большого количества сырья. Более 2/3 себестоимости продукта составляет стоимость сырья, кроме того, медь и используемый медный провод, а также большая часть изоляционного материала в основном поставляется из-за границы. Поэтому очень важно снизить до минимума производственный брак и отбросы, возникающие при производстве эмалированного провода. Толщина тончайшего эмалированного провода составляет 1/3 толщины волоса, цена же равняется цене золота.

Известны такие устройства, которые с помощью различных измерительных элементов предоставляют информацию о качестве поступаемого материала. Так, при производстве уже упомянутого эмалированного провода используют известный метод, основанный на применении системы конденсаторов, изменение ёмкости которых зависит от изменения толщины изоляционного покрытия, и это изменение ёмкости служит для возбуждения соответствующих дефекту импульсов. Однако эти устройства только замечают прибывающие от измерительных элементов импульсы без того, чтобы запомнить их количество и найти какую-нибудь связь между количеством дефектов и длиной хода. У таких устройств даже накопление в определённом регистрирующем элементе прибывающих с каналов данных не приводит к результату, поскольку производится подсчёт импульсов, приходящихся на единицу длины отдельных ходов и результат имеется в распоряжении только после окончания производства, т. е. после полного пробега отдельных ходов. Наряду с этим такое устройство стоит больших затрат, поскольку, например, при наличии 40 эмалирующих машин и при 8 ходах на каждую машину, необходимо использовать 320 счётчиков. Недостаток устройства также состоит в том, что хотя после окончания производства и можно установить, качествен ли готовый ход (моток провода), но во время изготовления его нет никакой возможности непосредственно вмешивается в производство.

Целью разработки было создание многоканального электронного цифрового устройства сбора информации, служащего для определения, накопления и печатания во время производства такого характерного данного непрерывно поступающего материала, которое припадает на определённую

длину материала и может быть задано в двоичной системе счисления. В соответствии с этим становится возможным не только контроль за процессом производства с единственного центра, но и в случае необходимости непосредственное вмешательство в процесс, например, немедленное прерывание некачественного процесса, и даже более того, используя целесообразно напечатанные результаты измерения, составлять отчёты о качестве готового продукта.

У разработанного устройства измерительные элементы, выдающие импульсы и расположенные в наперёд обозначенном порядке на отдельных каналах — ходах — с помощью последовательностной электрической схемы присоединяются, например, к счётчику дефектов, который запоминает импульсы измерительного элемента. Одновременно с этим измерительный элемент скорости даёт на другой счётчик, — счётчик отрезка длины, — предел накопления которого наперёд избирается, сигналы, пропорциональные скорости хода. При достижении на счётчике избранного предела накопления, с помощью определённого сигнала, данные обоих счётчиков пишутся в установленном порядке на печатающем устройстве. После этого печатающее устройство даёт сигнал устройству выполнения сдвига, который сбрасывает содержание счётчиков и одновременно переключает последовательностную электрическую схему на следующий канал. Таким образом, в случае  $n$  ходов на каждом канале происходит периодический счёт в течение  $n$ -ой части времени, или поскольку все ходы на одной машине имеют одинаковую скорость, то счёт происходит на  $n$ -ой части длины каждого хода. Число периодов избирается наперёд путём установления на отдельных ходах контрольной длины. В случае производства на несколько одновременно действующих машинах, перед печатающим устройством располагается специальный блок, задача которого подключать к печатающему устройству счётчики отдельных машин, именно те счётчики, на которых уже имеются данные для печатания.

Вникая в подробности разработки, в качестве примера рассмотрим в дальнейшем на основе прилагаемой блок-схемы данное устройство, обслуживающее машины с большим числом ходов, выпускающие эмалированный провод.

На рис. 1 находится схема обслуживающего несколько машин данного устройства, снабженного пишущим, т. е. печатающим устройством, а также специальным блоком, выбирающим данные счётчиков для печатания.

Импульсные измерительные элементы (1), подключённые на  $1a$  —  $1n$  провода (ходы), присоединяются на  $2a$  —  $2n$  входы последовательностной электрической схемы (2), которая построена, например, по принципу разветвлённой схемы. Выход последовательностной схемы (2A) через первый И-элемент (3) подключается на первый счётчик (4). Задающий элемент скорости (5), которым может служить любой прибор, дающий сигналы, пропорциональные пройденной длине ходов, через второй И-элемент (6), присоединя-

ется к 7а входу второго счётчика (7). На этом счётчике (7), который, например, считает пройденные метры хода, можно наперёд установить предел накопления с помощью переключателей. Его выход 7в, сигнализирующий предел накопления, соединён с входом «1» триггерной схемы (8), а на нулевой вход триггерной схемы (8) подключены вместе входы первого И-элемента (3) и второго И-элемента (6).

Вход «I» триггерной схемы (8) присоединён к выходу 7в второго счётчика, а его выход «I» ко входу 9а регулирующего печатание блока (9), выход 9с которого подключён к печатающему устройству (12). Входы 12а, 12в, 12с, 12д печатающего устройства (12) соответственно соединены с выходами 2В, 4в, 7е, 10Е последовательной электрической схемы (2), первого счётчика (4), второго счётчика (7) и устройства, выполняющего сдвиг (10). Устройство (10) может служить одновременно устройством, сигнализирующим первое измерение, на его 10А вход подключён выход 2В последовательной схемы, а его 10е выход соединён соответственно с входами 2р, 4е, 7д и нулевым входом

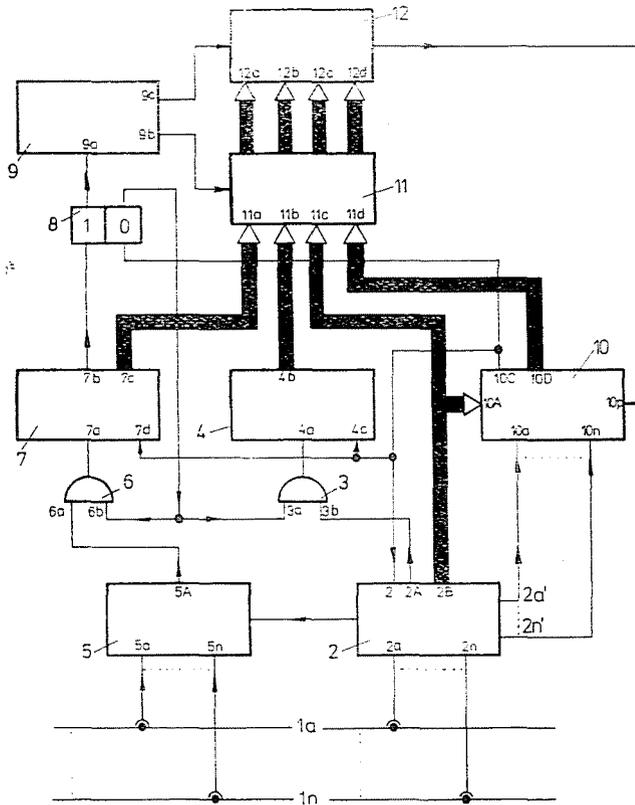


Рис. 1. Принципиальная блок-схема контрольного устройства в процессе производства. 1 — датчик ошибок; 2 — схема последовательности; 4 — счётчик ошибок; 5 — датчик скорости; 7 — счётчик метров; 9 — устройство управления; 10 — сдвиг + сигнал начала измерения; 11 — сдвигающее устройство; 12 — печатающее устройство (телекс)

последовательностной схемы (2), первого счётчика (4), второго счётчика (7) и триггерной схемы (8).

Импульсные приборы-измерительные элементы — (1) — выдают импульсы, соответствующие месту дефекта хода, которые поступают на последовательностную схему (2). В заранее определённом порядке последовательностная схема перешагивает очерёдно на все ходы и с измерительного элемента как раз избранного хода пропускает прибывшие импульсы на вход 3в И-элемента (3). Если триггерная схема (8) находится в состоянии «0», значит, подсчёт дефектов ещё не окончился и импульсы дефектов ещё поступают на вход первого счётчика (4). Время, за которое происходит подсчёт дефектов, определяют в зависимости от величины подлежащей контролю длины хода с помощью задающего элемента скорости (5) и счётчика (7). На выходе (5) элемента появляется серия импульсов, где каждый импульс соответствует пробежавшей длине данного хода. Эти импульсы через И-элемент (6) поступают во второй счётчик (7), который обладает информацией относительно величины контрольной длины, в данном случае числу метров, что наперед было установлено с помощью переключателя; если содержание второго счётчика (7) достигло этой величины, тогда его выход (7в) даёт знать об этом триггерной схеме, которая переходит в состояние «1», что обозначает: подсчёт дефектов закончен.

Итак, на И-элементах (3) и (6) условия для входов 3а и 3в исчезают, и дальше через них импульсы не проходят. Далее с выхода «1» триггерной схемы (8) приходит сигнал на вход (9а) регулирующего печатание устройства (9) и тогда информация, полученная блоком как раз готова для печатания. Выход 2В последовательностной схемы (2) даёт информацию о том, на каком ходе находился электрический блок во время завершённого подсчёта. Выход 7е второго счётчика (7) в закодированной форме показывает величину пробежавшего, проверенного хода. Вход 4в первого счётчика (4) содержит число дефектов, обнаруженных и подсчитанных на данной длине.

Печатающее устройство (12) в соответствии с сигналом регулятора печатания (9) печатает полученные данные. По окончании печатания образуется сигнал на входе 10Д устройства, выполняющего сдвиг, с выхода 10е приходит сбрасывающий сигнал на счётчики (4) и (7) и на триггерную схему (8), а также последовательностная схема (2) переходит в следующее состояние. Начиная отсюда, процесс контроля периодически повторяется.

При контроле материалов такого характера, как например, эмалированный провод, если один ход пробегает приблизительно за 30—80 мин, для новой контрольной проверки необходимо провода (ходы) поменять. Для сопоставления полученных при контроле данных, необходимо всегда замечать данные первого измерения нового хода, потому что только это даёт возможность поставить в соответствие полученные данные с данной катушкой, когда следующие друг за другом данные относятся к одному и тому же ходу.

Для этой цели в изобретении применено устройство, выполняющее сдвиг (10), которое одновременно регистрирует первое измерение. Его схема изображена на рис. 2.

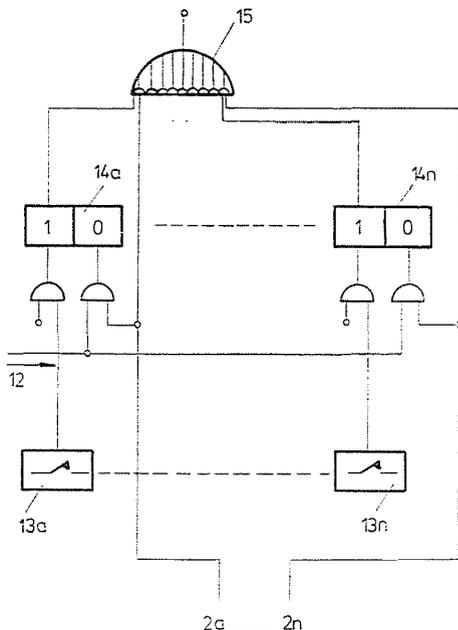


Рис. 2. Блок-схема устройства сигнализации начала измерения

Устройство сдвига (10), регистрирующее первое измерение, состоит соответственно 1а—1п числу каналов из 14а—14п И-элементов и триггерных схем, которые подсоединены к ручным переключателям 13а—13п. Выход «1» триггерных схем через И—ИЛИ элемент (15) посредственно или непосредственно подключён к выходу 12д печатающего устройства (12). Второй вход И—ИЛИ элемента (15) связан с входом последовательной схемы (2). Выход, показывающий окончание печатания присоединён к соответствующему входу «0» 14а—14п триггерных схем, второй вход которых присоединён к соответствующему выходу последовательной схемы (2). И теперь, если какой-нибудь готовый ход намотали и необходимо сделать смену ходов, то соответственно бывшему ходу подключаются ручные переключатели 13а—13п. И это будет значить, что на бывшем ходе невозможно продолжение измерений до выключения переключателей. Одновременно с включением переключателей (13а—13п) сигнал подаётся на триггерные схемы (14а—14п), которые переходят в состояние «1», где остаются до тех пор, пока не произошла смена ходов, переключатель выключили и вместе с этим стало возможным продолжение измерения. Когда последовательная схема (2) переключает-

ется на замененный ход, то он даёт сигнал на И—ИЛИ элемент (15), и сигнал действителен, если 14а—14п триггерные схемы находятся в состоянии «1». Через И—ИЛИ элемент (15) сигнал поступает на печатающее устройство (12), которое даёт сигнал на «0» вход триггерных схем, и сюда приходит разрешающий сигнал от последовательностной схемы (2). Когда триггерные схемы переходят в состояние «0», то исчезают условия передачи сигналов на И—ИЛИ элемент (15), а также через него дальше. Если последовательностная схема (2) вторично остаётся на том же самом проводе (ходе), то 14а—14п триггерные схемы остаются в состоянии «0» и тогда нет сигнала, отмечающего начало первого измерения.

121	150	097	-
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
121	200	045	
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
121	200	110	
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
121	100	046	-

Рис. 3. Документирование данных измерения

Полученную информацию на печатающем устройстве можно расположить в форме, показанной на рис. 3. Первая группа цифр служит для опознавания ходов, например, первые две цифры обозначают номер одного из восьми возможных ходов. Вторая группа цифр даёт число дефектов, найденных на данной длине. В последнем столбце особый знак (например, «—») обозначает результат первого измерения на данном ходе. Результаты, написанные между двумя такими знаками относятся к той же самой катушке данного хода. Напечатанные результаты можно впоследствии собирать и использовать для составления отчётов о качестве.

Для задающего элемента скорости можем применять любой измеритель скорости. Однако в случае ходов, движущихся с одинаковой, постоянной скоростью, целесообразно, как предлагает изобретение, использовать специально устроенный задающий элемент, который выдаёт импульсы, пропорциональные скорости продвижения и таким образом имитирует скорость хода.

Схема задающего элемента скорости, сделанного в данной разработке, представлена на рис. 4. Задающий элемент скорости имитирует скорость движения подаваемых проводов в эмалирующей машине, о которой уже была

речь выше. На одной машине одновременно движется несколько проводов, в нашем случае 8, с одинаковой скоростью. Скорость может быть изменена в зависимости от условий производства, в данном случае скорость меняется до 60 м/мин.

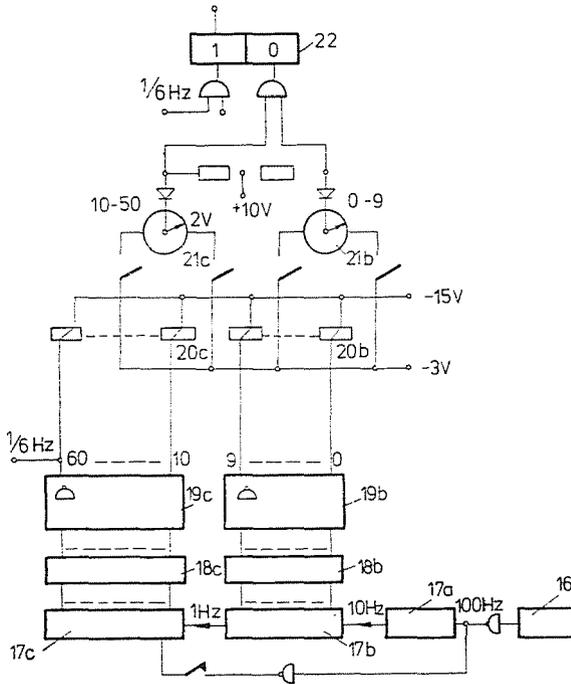


Рис. 4. Блок-схема датчика скорости

Задающий элемент скорости состоит из основных электрических схем и реле Рида. К 16-и импульсному генератору, частота которого может быть произвольно установлена, последовательно присоединены счётчики 17а, 17в, 17с, которые в нашем примере последовательно считают сигналы частотой в 100, 10 и 1 Гц. Счётчик 17с подаёт сигналы на переключатель 21а через коллекторный усилитель 18в, декодирующую матрицу 19в и реле Рида 20в, а счётчик 17с подаёт сигналы на переключатель 21с через коллекторный усилитель 18в, декодирующую матрицу 19с и реле Рида 20с. Реле Рида, например, 3-х вольтовый управляющий сигнал подаёт на клеммы переключателя в зависимости от того, в каком состоянии находится соответствующий счётчик. Переключатели 21в и 21с соединены с нулевым входом триггерной схемы, (22), а её единственный выход подключён на счётчик длины. Если 3-х вольтовый управляющий сигнал попадает на ту клемму, которая фиксирует положение обоих переключателей, тогда триггерная схема (22) переключается в нулевое состояние. Её единственный выход регулирует работу считающего пройденные длины

второго счётчика (7), поэтому триггерная схема в нулевом состоянии не допускает попадания импульсов на счётчик метров. Таким образом, количество импульсов, поступающих на второй счётчик (7), соответствует установленному положению переключателя, которое в свою очередь соответствует скорости движения проводов.

В приведённом выше примере счётчик сбрасывается после шестого положения переключателя. Таким образом, поскольку импульсы при частоте 10 Гц следуют друг за другом через 0,1 сек., сброс происходит через каждые  $60 \times 0,1 = 6$  сек. Если все 60 импульсов поступают за 6-и секунднй период на счётчик метров, то значит имеет место скорость 60 м/мин. То есть, между двумя сбросами, за 60 сек., столько импульсов поступает на счётчик метров, какой скорости (м/мин) соответствует положение переключателя. Например, при скорости 15 м/мин из 60 импульсов только первые 15 поступают дальше. Хотя на переключателях можно установить только целые значения скорости в м/мин, это с практической точки зрения не влечёт за собой большую погрешность, в нашем случае она не превышает 0,5%.

Второй счётчик (7) после каждого десятого импульса задающего элемента скорости, делает сдвиг на единицу и, таким образом, каждому импульсу соответствует длина провода в 10 см, а 60 импульсам — 6 м. Такова в действительности длина пробега провода при скорости 60 м/мин за время между двумя сбросами — 6 сек.

Естественно, отрезки длины, соответствующие импульсам предложенного в разработке задающего элемента скорости могут быть избраны и другим образом и значит скорости могут принимать другие значения.

Разработанное устройство может быть применено одновременно на нескольких машинах, в данном случае и для контроля ходов с различной скоростью на разных машинах. То есть, к задающему элементу скорости (5) на каждую машину имеется отдельно по два переключателя, по одной триггерной схеме (22), отдельно на каждую машину счётчик пройденной длины и счётчик дефектов. Далее, перед печатающим устройством (12) находится устройство, выбирающее данные (11), входы и выходы которого соответствуют печатающему устройству. Устройство, выбирающее данные само по себе состоит из известных «Гросбар» машин, которое подключается на канал, обладающий уже готовыми к печатанию данными.

### Исполнение устройства

При использовании устройства мы стремились удовлетворить следующие практические требования:

1. Простое обслуживание устройства. Значения, необходимые для обслуживания, должны быть доступны рабочему со средним образованием.
2. Устройство должно непрерывно работать в три смены.

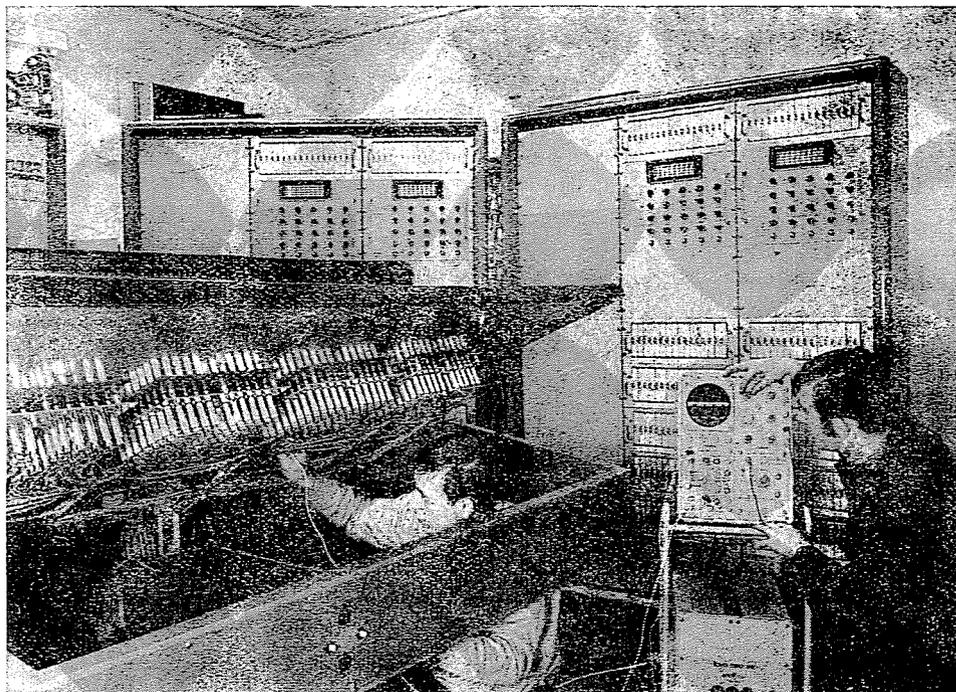


Рис. 5. Наладка центрального контрольного устройства внутри помещения управления

3. Предусмотреть возможность быстрой смены логических схем.
4. Предусмотреть возможность проведения таких контрольных исследований, которыми можно быстро выявить возможные ошибки.
5. Уход и ремонт устройства может производиться одним техником.

Контрольное устройство было установлено в отдельном помещении рядом с производственным цехом. Для увеличения надёжности помещение было снабжено кондиционирующим устройством отечественного производства.

Контрольное устройство соединено с машиной, выпускающей эмалированный провод, многожильным кабелем.

Полная установка, монтаж и пуск оборудования было произведено в период с июля по декабрь 1968 г. Нами были произведены все те исследования, которые необходимы для бесперебойной работы оборудования, как в центральной системе (рис. 5), так и вне её на отдельных производственных машинах (рис. 6).

Настоящее устройство непрерывно в три смены работает со 2 января 1969 г. на заводе эмалированного провода Венгерского Кабельного Объединения (рис. 7).

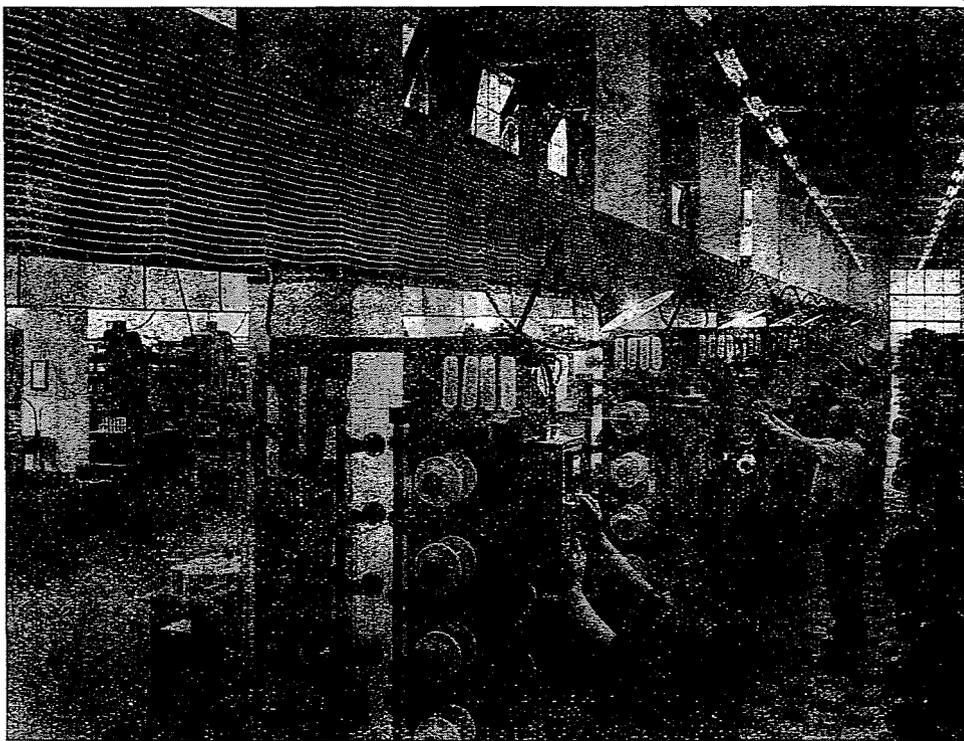


Рис. 6. Наладка периферийных устройств, установленных на производственных машинах

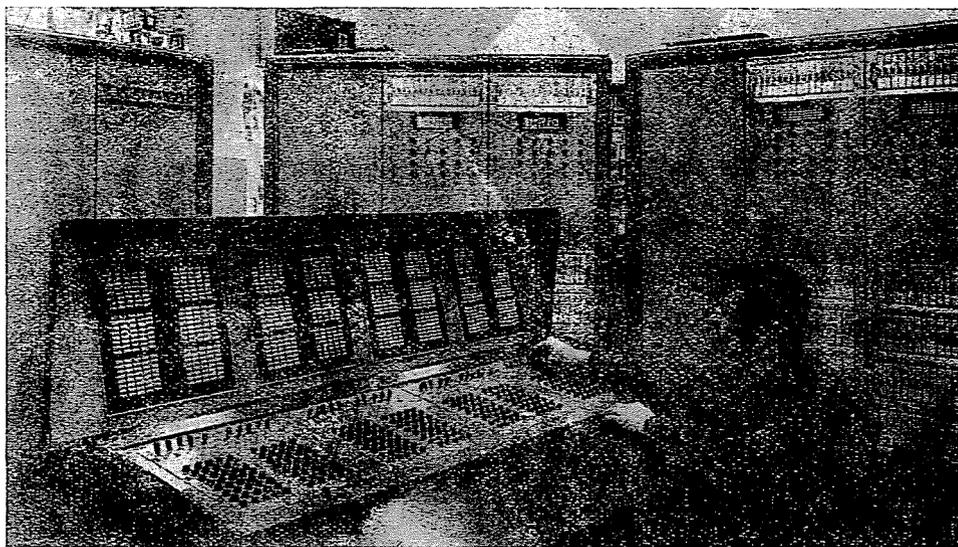


Рис. 7. Контрольное устройство со 2 января 1969 г. работает на заводе Венгерского Кабельного объединения

### Оценка оборудования

С момента пуска в эксплуатацию контрольное оборудование проработало более 5 000 часов. Преимущества, а также результаты, полученные во время эксплуатации оборудования коротко можно подытожить в следующем:

1. На основании данных измерения производственный брак составил 4%. Этот бракованный товар согласно решению руководства завода не был реализован.
2. Ранее товар, выходящий из завода и используемый в различных производственных целях сильного и слабого тока, содержал скрытые дефекты, которые на месте использования дефектных проводов вызывали выход из строя комплектных устройств и оборудования. Таким образом брак в несколько процентов вызывал убытки, во много раз превосходящие стоимость самого провода. Разработанным контрольным устройством такие посредственные убытки можно предотвратить.
3. Опытные данные показывают, что со времени ввода устройства по контролю в производственный процесс значительно улучшилось качество проводов с эмалированной изоляцией, увеличилась их надёжность, а поступление рекламаций практически прекратилось.
4. Установкой контрольного устройства созданы объективные возможности для образования автоматической системы управления на базе вычислительной машины.
5. На основании полученных данных измерения за время многолетней эксплуатации оборудования предоставилась возможность статистической оценки данных измерения. С использованием так называемого теста Колмогорова удалось образовать наиболее экономичную производственную технологию с оптимальными параметрами. Эти исследования будут опубликованы в скором будущем.

Преимущество и значение данного устройства, как и раньше было упомянуто, состоит в том, что оно создало такое до сих пор неизвестное и несуществующее устройство, которое даёт возможность с единственного центра совершать контроль над непрерывным процессом производства постоянно движущихся материалов путём измерений. Одновременно с этим устройство также даёт возможность в случае некачественного процесса, немедленно вмешиваться в процесс производства. Далее, сбор и печатание данных облегчает составление отчёта (документа) о готовом продукте. Устройство снабжено общепризнанными элементами питания и ручными выключателями, которые дают возможность любое число раз повторять измерения.

Устройство может быть применено в любом производстве, где качественное свойство непрерывно поступающего материала может быть задано в двоичной системе счисления. Так, например, в уже упомянутом процессе производства эмалированного покрытия, в бумажной промышленности, или для контроля текущих жидкостей в трубах.

### Резюме

Статья знакомит с накопительным устройством специального назначения, которое служит для контроля в процессе производства. Устройство со 2 января 1969 г. работает на заводе эмалированного провода Венгерского Кабельного Объединения. Работа коротко суммирует достигнутые до сих пор результаты и знакомит с применением этого устройства в других родственных промышленных технологиях.

### Литература

1. DR. FRIGYES A. — BENYÓ Z. — MAGÓ GY.: Elektronikus, sokcsatornás adatgyűjtő berendezés folyamatosan menesztett anyagok jellemzőinek ellenőrzésére. Szolgálati szabadalmi okirat. Szabadalom tulajdonos: Budapesti Műszaki Egyetem.
2. BENYÓ, Z.: Enamelled-Wire Manufacturing. New Method to Control Running Production. Hungarian Heavy Industries. Third Quarter 1969. Volume 19.
3. BENYÓ, Z. — DANL, T.: Qualitätskontrolle von Lackdrähten in der Lackdrahtfabrik der Ungarischen Kabelwerke. Qualität und Zuverlässigkeit 1969.
4. BENYÓ, Z.: Zentrale Qualitätskontrolle der Lackdrahtfertigung während des Fertigungsprozesses. DRAHT — Fachzeitschrift, Coburg (NSZK. 1974) Nr. 8. 25. Jahrgang.

д-р Золтан Беньо, Н-1521 Будапешт