

LE REFROIDISSEMENT STOCHASTIQUE DE LEAR

PERRIER jean-claude PS/AR

DESCRIPTION

Le refroidissement de LEAR est composé de deux séries de systèmes travaillant dans les trois plans pour deux gammes d'énergies

Système hautes énergies de 200 MeV/c à 2 GeV/c

prevus pour être réglés sur n'importe quelle énergie entre ces deux limites

Système basses énergies 105 MeV/c et 61 MeV/c

COMPOSANTS

-Amplificateurs

Cryogéniques : amplificateurs très faible bruit utilisés dans les pick-up des systèmes basses énergies. Ils ont une bande passante de 120 Mhz pour un gain de 24 db et une figure de bruit de .8 db

Faible bruit: amplificateurs de faible puissance utilisés sur les pick-up et dans les premiers éléments du cooling. Ce sont des amplificateurs TRONTECH W1G2H qui ont une bande passante de 1 Ghz pour un gain de 30 db, une figure de bruit de 1.4 db, une puissance de 0 dbm

Moyennes puissances : SCD10/30 amplificateur de 30 db pour une bande passante de 1 Ghz et une puissance de 10 dbm

fortes puissances : KALMUS amplificateur de 40 db pour un bande passante de 1 Ghz et une puissance de 40 dbm

:CA5915 amplificateur de 15 db pour une bande passante de 1.2 Ghz et une puissance de 30 dbm.

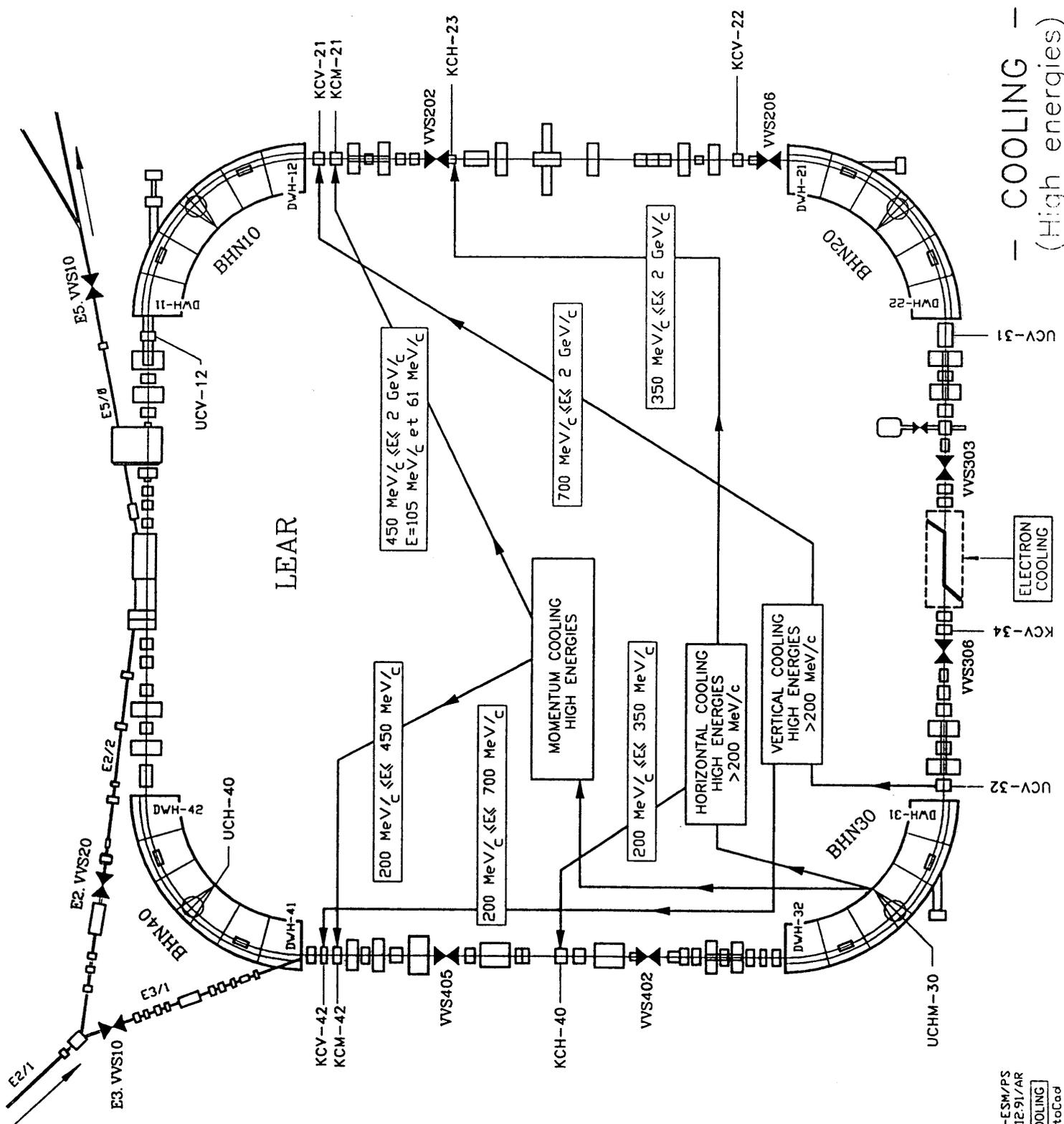
- Atténuateurs ce sont des atténuateurs a commande analogique qui nous permettent un réglage continue par pas de 1 db sur une dynamique de 20 db. La commande est réalisée par un générateur de tension a commande digitale dans lequel la courbe de réponse de l'atténuateur a été mise en mémoire.

- Filtres a phase linéaire réalisés pour limiter la bande passante de certains systèmes, ce sont des filtres du type équiripple ou transitionnel.

- Délais réalisés a l'aide de relais commutant des longueurs de câbles ou des pistes de circuit imprimé pour les faibles valeurs. On compte environ 700 relais dans tous les systèmes de cooling.

-Alimentations : chaque système possède son propre chassis d'alimentations pour les amplificateurs. L'alimentation des relais, l'alimentation des amplis cryogéniques, l'alimentation +24 volts utilisée pour le kicker KCM 42 et KCH/V 42 (mesure de Q) sont dans la salle de contrôle. (Rack F 021).

-Système de contrôle : Réalisé a l'aide d'un microprocesseur 6809 qui permet une liaison directe avec le système de contrôle et une commande en mode local.



— COOLING —
(High energies)

SYSTEMES HAUTES ENERGIES

Système horizontal

Pick-up UCH&M 30 : 12 paires de plaques câblées en mode traditionnel pour obtenir un ajustement possible du pick-up pour des énergies allant de 200 MeV/c à 2 GeV/c avec une précision minimum de + ou - 15 degrés à 1Ghz. Avec deux ensembles de boîtes à délais on retire de ce pick-up les signaux horizontal et longitudinal. Les amplificateurs de têtes sont câblés le plus proche possible de la sortie des plaques ,dans le cas present ils se trouvent dans l'entrefer du bending BHN 30 et les terminaisons sont refroidies à 20 degrés K

Coeur du système: il se compose de relais de commutations permettant la mesure d'une fonction de transfert du faisceau apres avoir calibré l'instrument , de délais ajustables depuis 42 ps jusqu'a 2.7 μ s par pas de 42 ps. On dispose d'un atténuateur variable pour ajuster la puissance du système et d'amplificateurs de différentes puissances.

Kickers : 2 kickers disponibles. Un signal de monitoring nous permet de contrôler la puissance appliquée sur chaque kicker.

KCH 40 pour les énergies comprises entre 200 MeV/c et 350 MeV/c
KVH 23/a pour les énergies supérieures à 350 MeV/c

Système vertical

Pick-up:UCV 32 : 8 paires de plaques équipées de la même façon que le pick-up horizontal.

Coeur du système : identique à l'horizontal

Kickers : 2 kickers disponibles. Un signal de monitoring nous permet de contrôler la puissance appliquée sur chaque kicker.

KCV 42 pour des énergies comprises entre 200 MeV/c et 700 MeV/c
KCV 21 pour des énergies supérieures à 700 MeV/c

Système momentum

Pick-up: UCH&M 40.

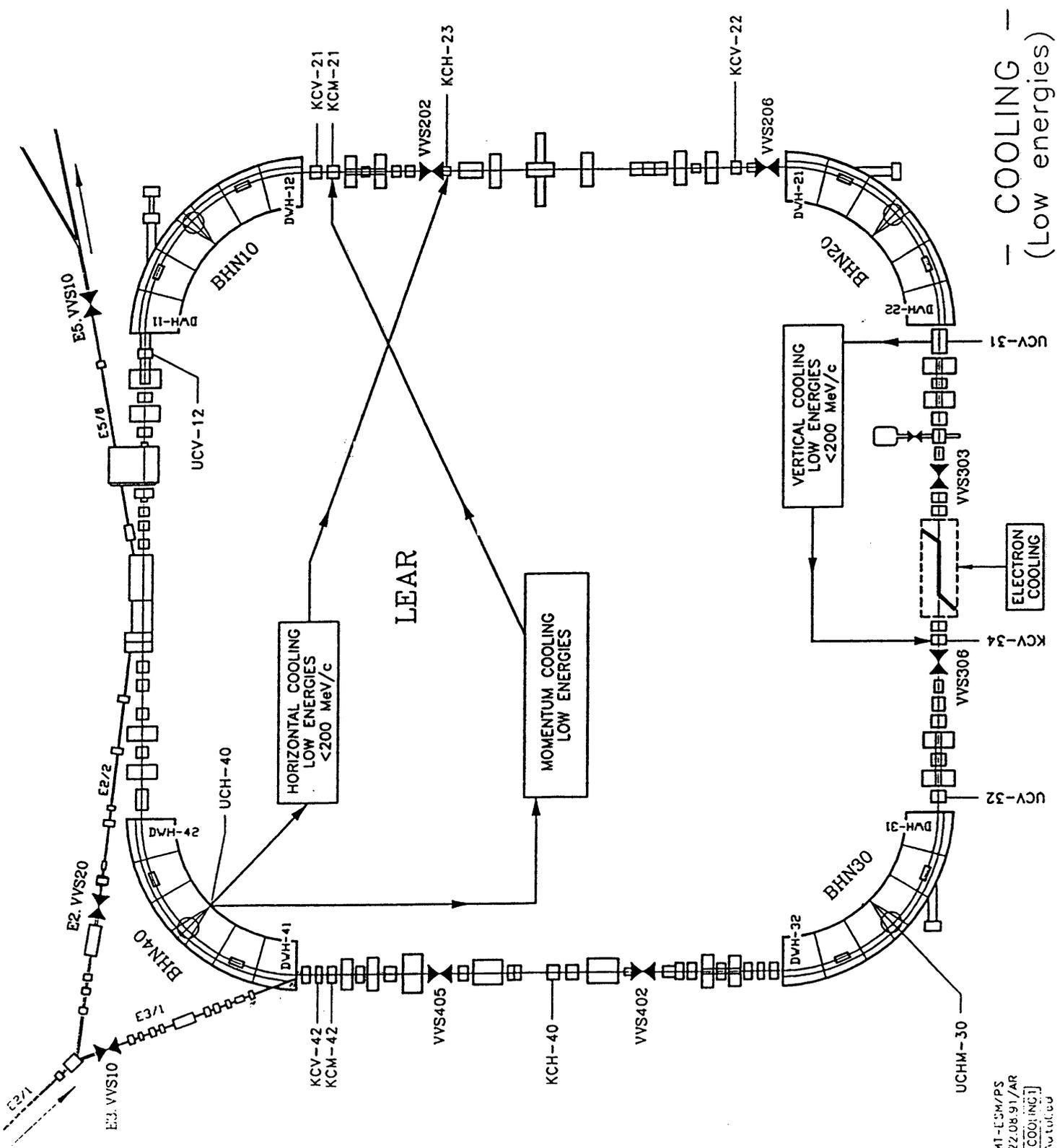
Coeur du système : identique aux deux autres ,mais il existe en plus un filtre récursif qui est obtenue de deux façons différentes.

Filtre analogique : La fréquence du filtre est ajustée en commutant des délais . A chaque énergie standard de travail il existe un compensateur de câble.Ce type de filtre est câblée de façon à ce que le réglage du filtre actif et passif se fasse simultanément.

Filtre digital : le signal du cooling est digitalisé à une fréquence de 170 Mhz. L'ajustement du filtre se fait en réglant le délai digital du filtre.Ce type de filtre est utilisé pour les basses énergies qui demandent de très longs délais et n'ont pas besoin de bandes passantes élevées . Pour 61 MeV/c la bande passante est de 35 Mhz.

Kickers : 2 kickers disponibles. Un signal de monitoring nous permet de contrôler la puissance appliquée sur chaque kicker.

KCM 42 pour les énergies comprises entre 200 MeV/c et 450 MeV/c
KCM 21 pour les énergies supérieures à 450 MeV/c et pour les énergies de 105 MeV/c et 61 MeV/c



— COOLING —
(Low energies)

SYSTEME BASSES ENERGIES

Système horizontal

Pick-up UCH&M 40 : 12 paires de plaques câblées en mode "travelling wave" entrelacé, afin d'obtenir le réglage pour deux énergies différentes 105 MeV/c et 61 MeV/c. Pour améliorer le rapport signal sur bruit on utilise des amplificateurs cryogéniques et les terminaisons 50 Ω sont refroidies à 20 degrés K. En faisant la somme et la différence des signaux des plaques, on peut travailler dans les plans horizontal et longitudinal avec ce pick-up.

Coeur du système : Identique aux systèmes hautes énergies, seul l'amplificateur de sortie est différent, c'est un amplificateur de 33 dbm avec une bande passante de 450 Mhz.

Kicker KCH 23/b : Un signal de monitoring nous permet de contrôler la puissance appliquée sur ce système.

Système vertical

Pick-up UCV31 : 5 paires de plaques câblées en mode "travelling wave". La distance entre chaque paire de plaques nous permet d'insérer un délai ajustable pour travailler à deux énergies : 105 MeV/c et 61 MeV/c. Les amplificateurs utilisés et les terminaisons 50 Ω sont identiques à ceux utilisés dans le système horizontal.

Coeur du système: identique au système horizontal

Kicker:KCV 34 : Un signal de monitoring nous permet de contrôler la puissance appliquée sur ce système.

Système momentum

Pick-up: UCH&M40 : pick-up utilisé dans le système horizontal.

Coeur du système : c'est le coeur du système hautes énergies qui est utilisé. Le filtre traditionnel est utilisé pour 105 MeV/c et le filtre digital pour 61 MeV/c.

Kicker KCM 21: Un signal de monitoring nous permet de contrôler la puissance appliquée sur ce système.

REGLAGES:

-L'ajustement des délais se fait à l'aide du l'analyseur de réseau HP 8753.

En injectant un signal de perturbation ,on mesure la réponse du système sur toute la bande passante de celui-ci. On ajuste les délais pour que la phase de la réponse soit constante et proche de 180° sur tout la bande de la mesure. Lorsque nous travaillons en mode scanning, il n'est pas nécessaire de refaire une B.T.F., pour une variation d'énergie assez faible. On peut calculer le nouveau délai ,mais pour avoir plus d'efficacité il vaut mieux ajuster les délais avec l'analyseur de réseau. On calibre le système avec le délai correspondant à l'énergie initiale, on calcule l'incrément du délai pour la nouvelle énergie que l'on reporte sur l'analyseur et l'on ajuste le délai pour obtenir une réponse en phase du système constante. De cette façon ,on est sûr de la valeur du nouveau délai par rapport a l'ancien.

-Après la mesure de la fonction de transfert il faut faire l'ajustement fin du cooling en observant l'effet de boucle sur un analyseur de spectre à chaque harmonique du faisceau

-L'ajustement des pick-ups se fait par calcul.

-L'ajustement du filtre se fait en approche par calcul, ensuite par observation sur un analyseur de spectre de la réponse du faisceau par rapport a celle du filtre.

-En cas de doute ,vérifier la puissance sur les kickers par rapport aux photos de référence, la longueurs des délais par rapport aux archives et pour le système momentum vérifier le filtre :son harmonicité par rapport au faisceau et sa dynamique. En fonction du $\Delta p/p$ originel il faut savoir ajuster la bande passante du système pour capturer toutes les particules; une grande bande passante est beaucoup rapide et efficace mais elle exclut du stack les particules à larges Δp .

-Le réglage des systèmes en basses énergies est assez problématique, il faut déjà avoir de bonnes conditions machines pour espérer un fonctionnement correct du cooling. Le réglage final du cooling est déterminé par la mesure de l'effet de boucle à chaque harmonique du faisceau mais surtout par la mesure de sa durée de vie.

MESURES ET AMELIORATIONS

Les dernières importantes améliorations du cooling ont été

-Le changement des boites a délais .Elles sont maintenant beaucoup plus fiables et le pas minimum est de 42 ps pour le délai commun et de 100 ps pour le délai des pick-ups.

-L'utilisation de résistances refroidies à 20 degrés K pour les terminaisons des plaques des pick-up UCH&M 40 et UCV 32 ainsi que le câblage d'amplificateurs directement sur la sorties des plaques des pick-up, nous ont permis d'augmenter le rapport signal sur bruit.

-L'utilisation de plaques pour le pick-up momentum et non pas de ferrites comme initialement a fortement augmenté la bande passante de ce système . Il nous a fallu prévoir un ensemble de filtres pour limiter la bande en cas de fonctionnement avec faisceau a trop larges Δp . A 609 MeV/c on réussit à maintenir un faisceau de 2 ou 3 E9 particules dans un $\Delta p/p$ inférieur au $1 E-3$, et à chaque palier de décélération on conserve le faisceau dans un $\Delta p/p$ inférieur a $1.6 E-3$

-L'augmentation de la bande passante .Tous les amplificateurs utilisés ont une bande passante de 1 Ghz, et l'ajustement du délais des pick-ups est possible avec une erreur de + ou - 15 degrés à 1 Ghz grâce à la diminution de longueur du pas minimum de réglage du délai des pick-ups.

-Le câblage du filtre recursif est différent. Maintenant le délai sert a ajuster simultanément le filtre passif et actif, et il n'y a plus qu'une compensation des câbles à une énergie considérée. Ce qui nous donne une plus grande dynamique et une meilleure harmonicité du filtre dans la bande d'utilisation.

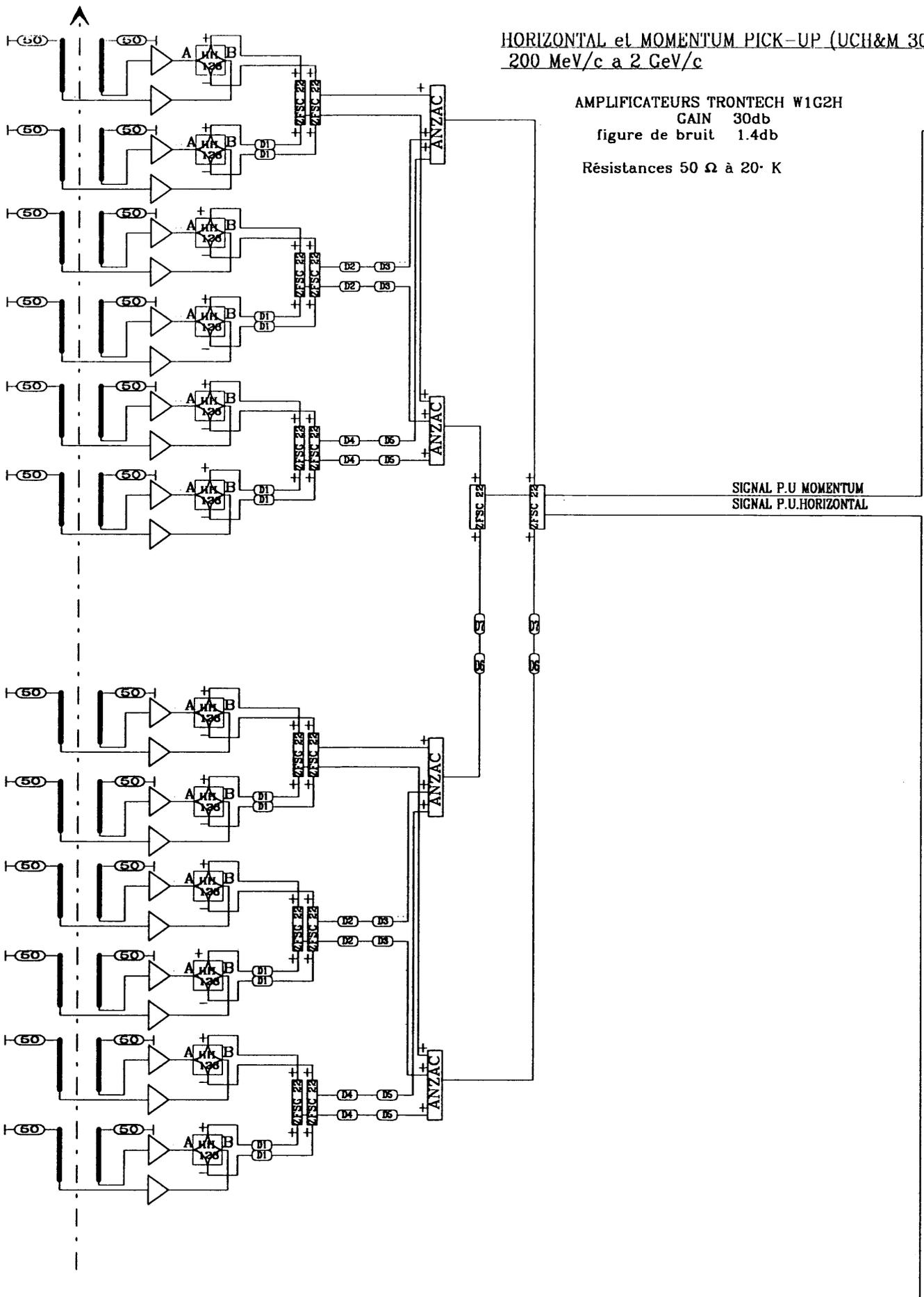
-Diminution de la figure de bruit des systèmes en installant directement un chassis d'alimentations sur chaque système dans l'anneau, en faisant attention au filtrage des alimentations qui se trouvent dans la salle de contrôle (alimentation des amplificateurs cryogéniques) et en blindant certains connecteurs avec de la tresse de cuivre.

HORIZONTAL et MOMENTUM PICK-UP (UCH&M 30)
200 MeV/c a 2 GeV/c

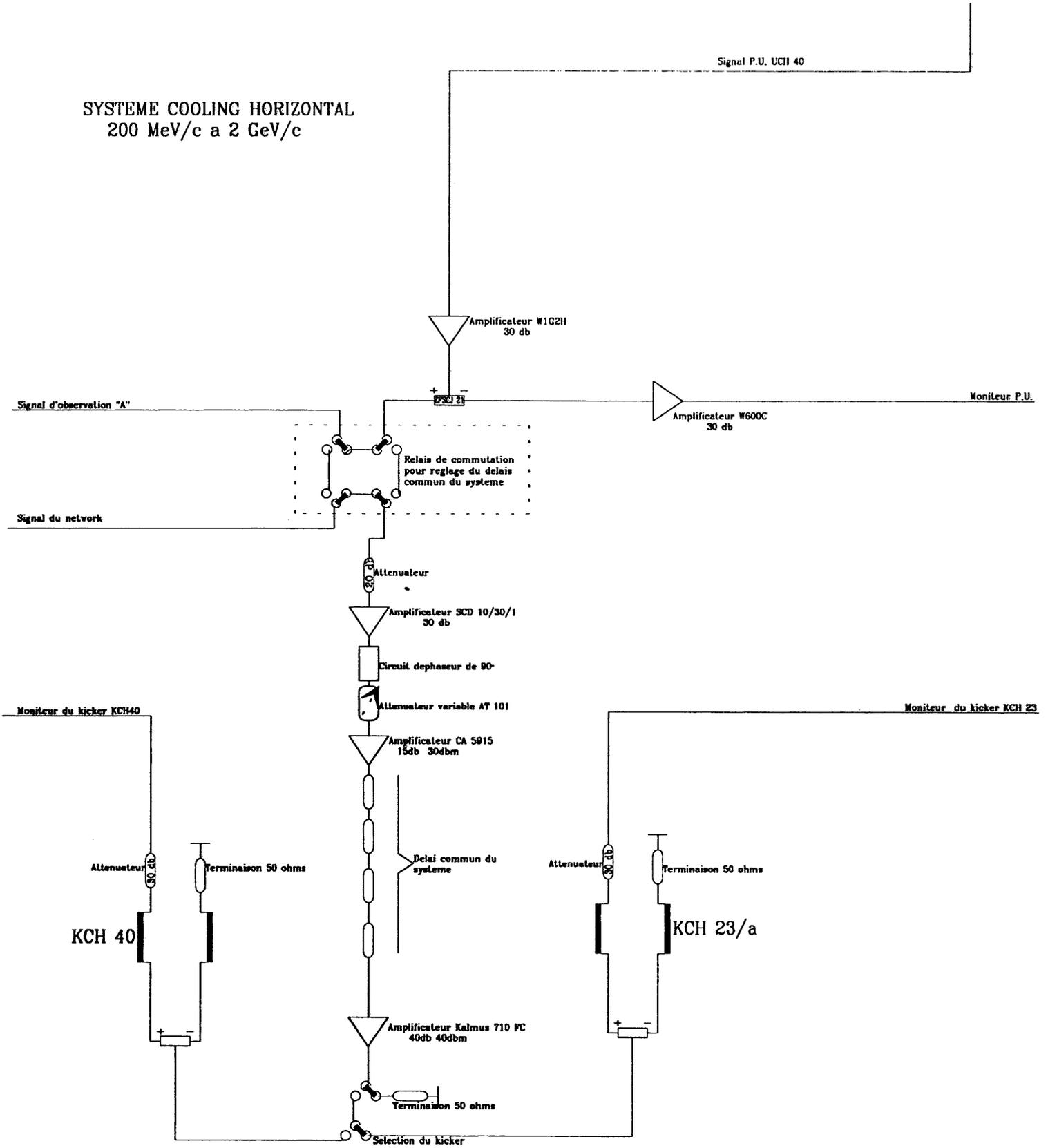
AMPLIFICATEURS TRONTECH W1G2H
GAIN 30db

figure de bruit 1.4db

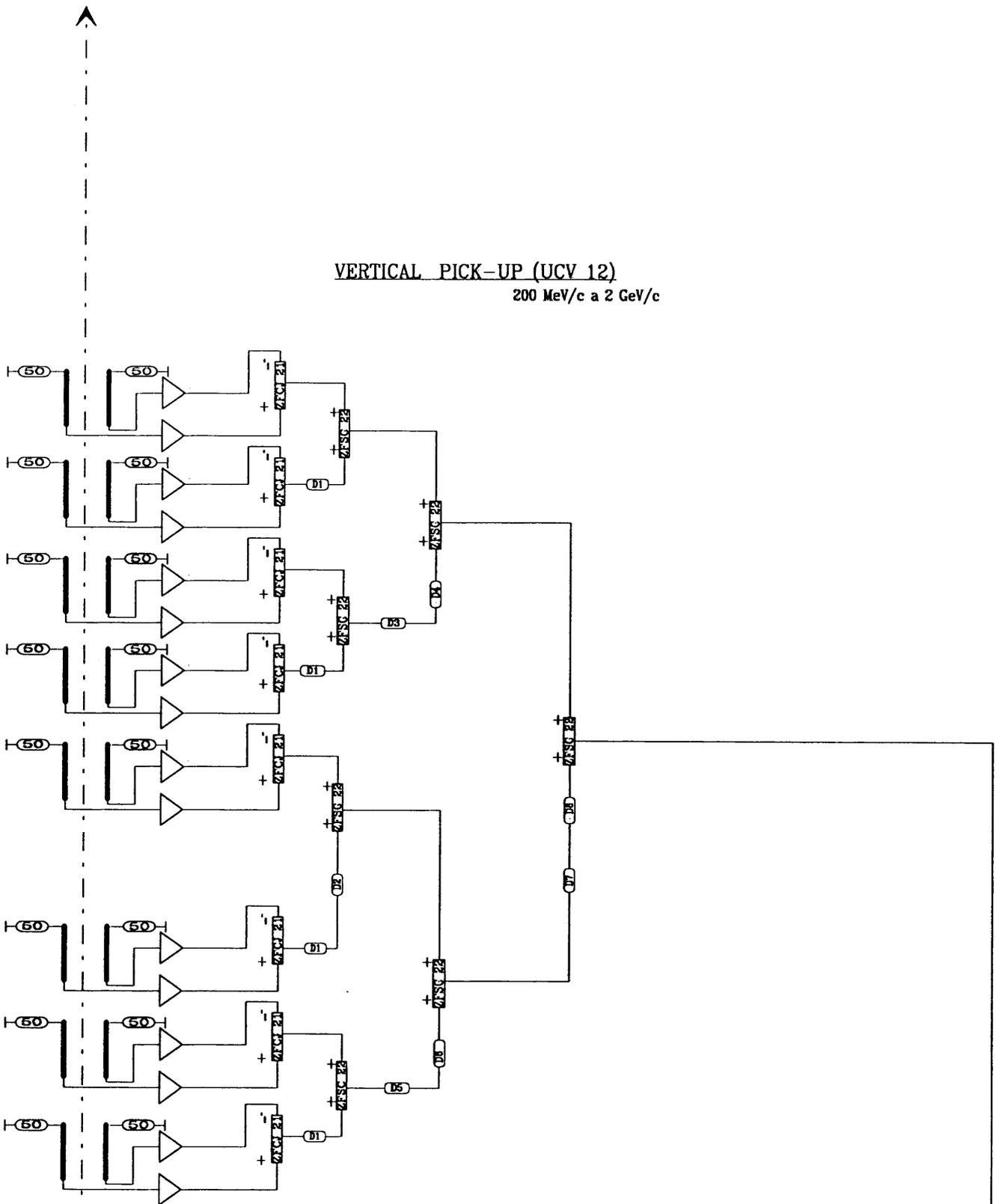
Résistances 50 Ω à 20· K



SYSTEME COOLING HORIZONTAL
200 MeV/c a 2 GeV/c



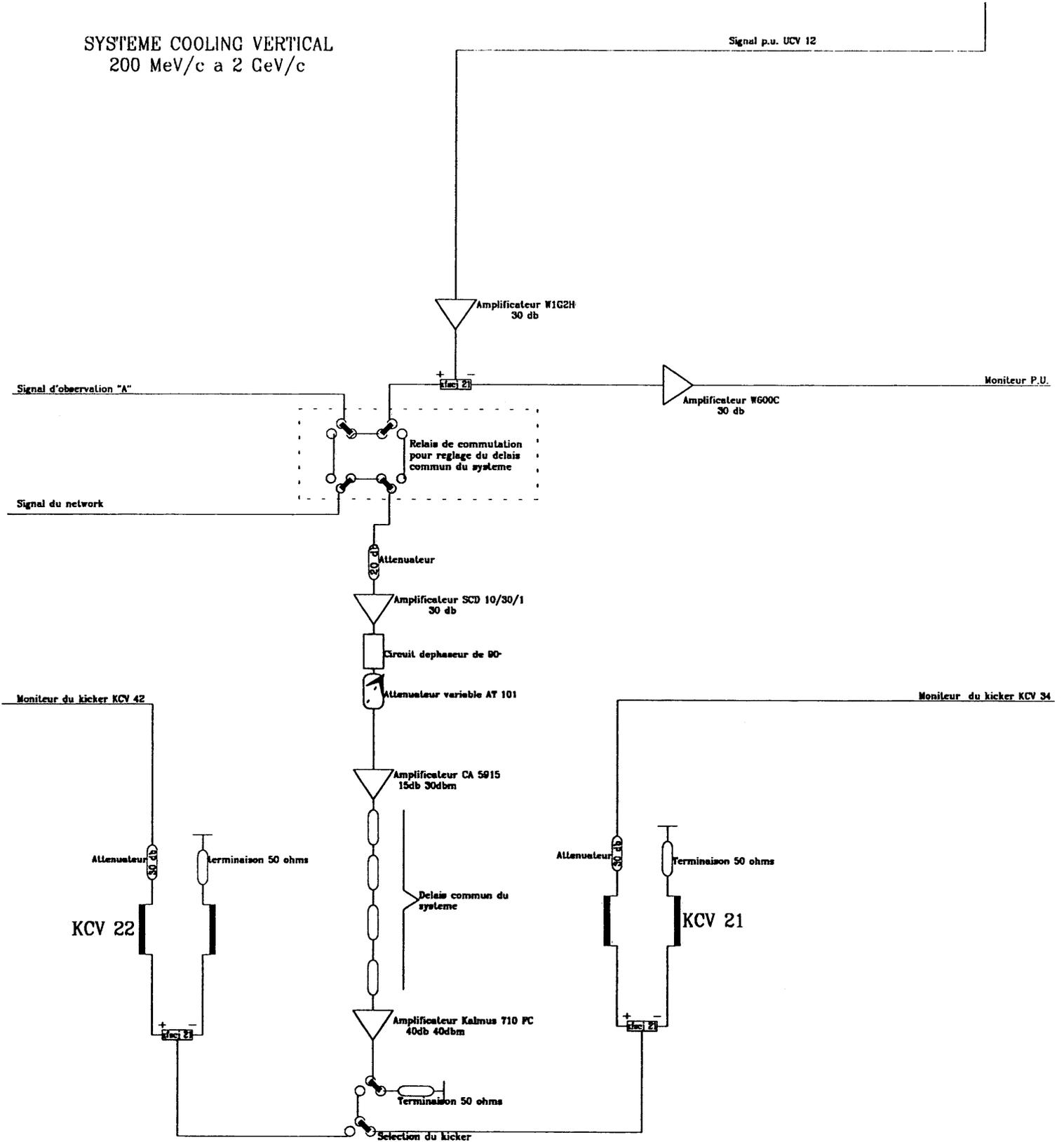
VERTICAL PICK-UP (UCV 12)
200 MeV/c a 2 GeV/c



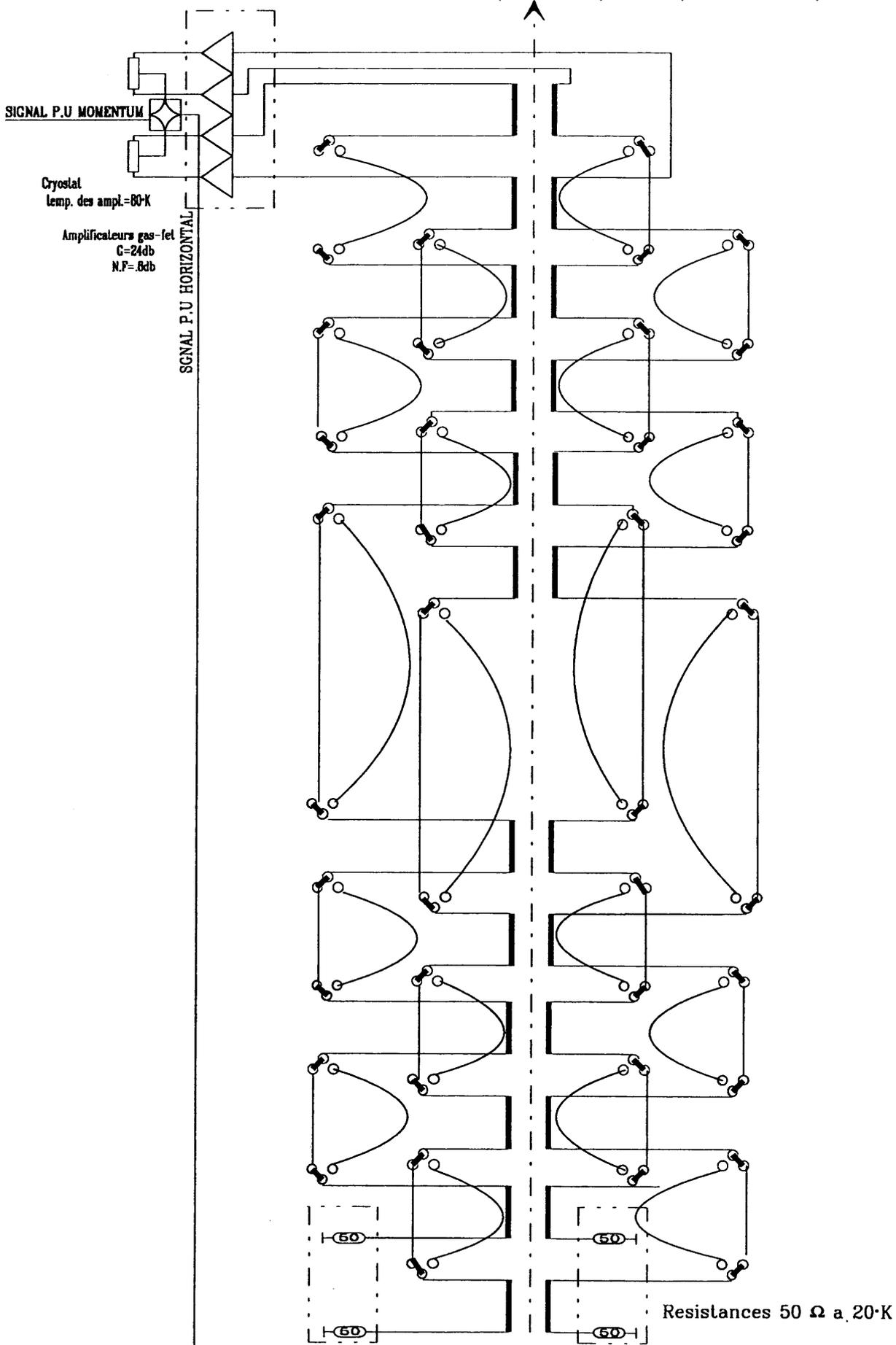
Resistances 50 Ω A 20 K

AMPLIFICATEURS TRONTECH W1G2H
GAIN 30db
figure de bruit 1.4db

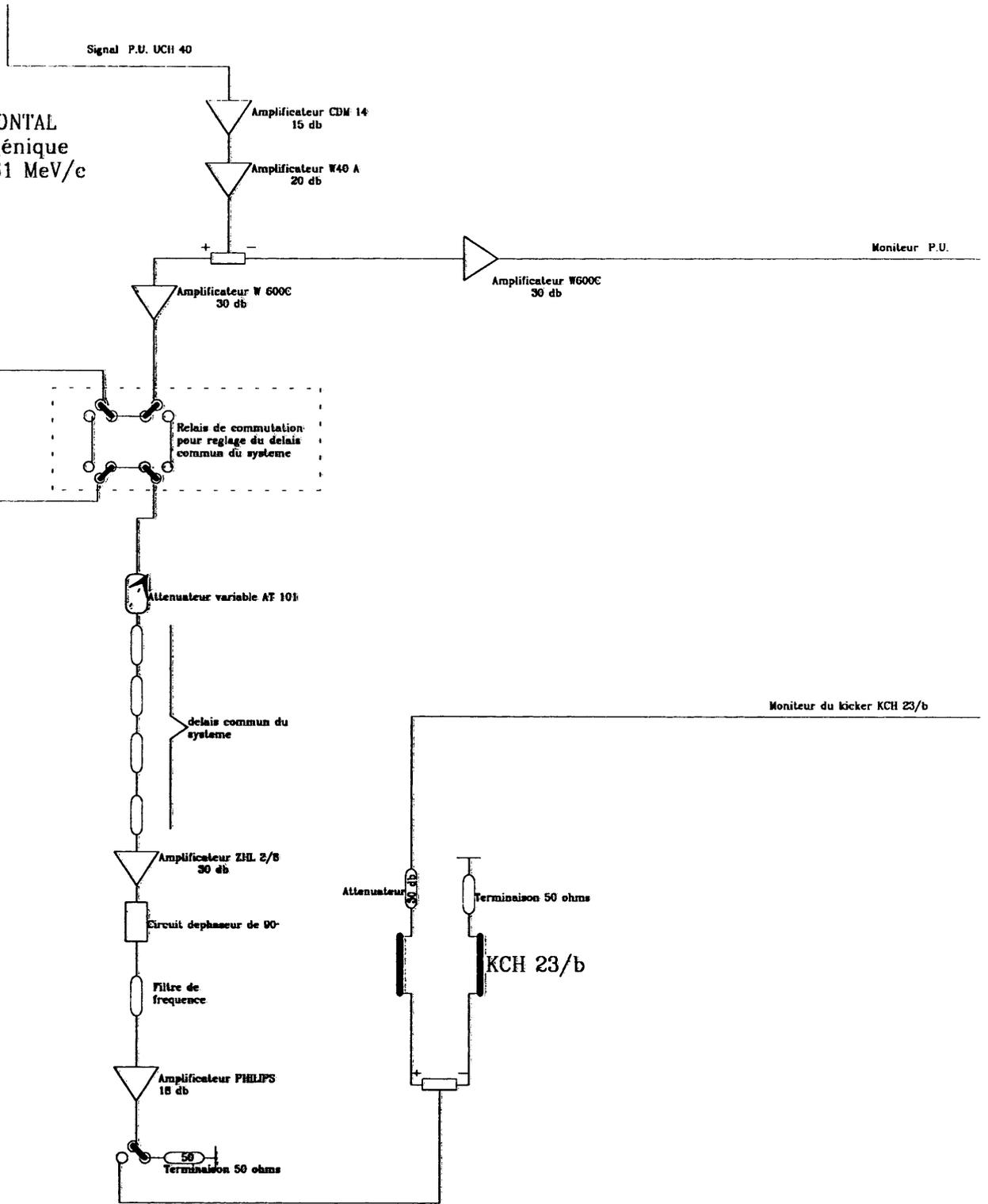
SYSTEME COOLING VERTICAL
200 MeV/c a 2 GeV/c



PICK-UP HORIZONTAL et MOMENTUM CRYOGENIQUE (UCH&M 40) 61 MeV/c et 100 MeV/c

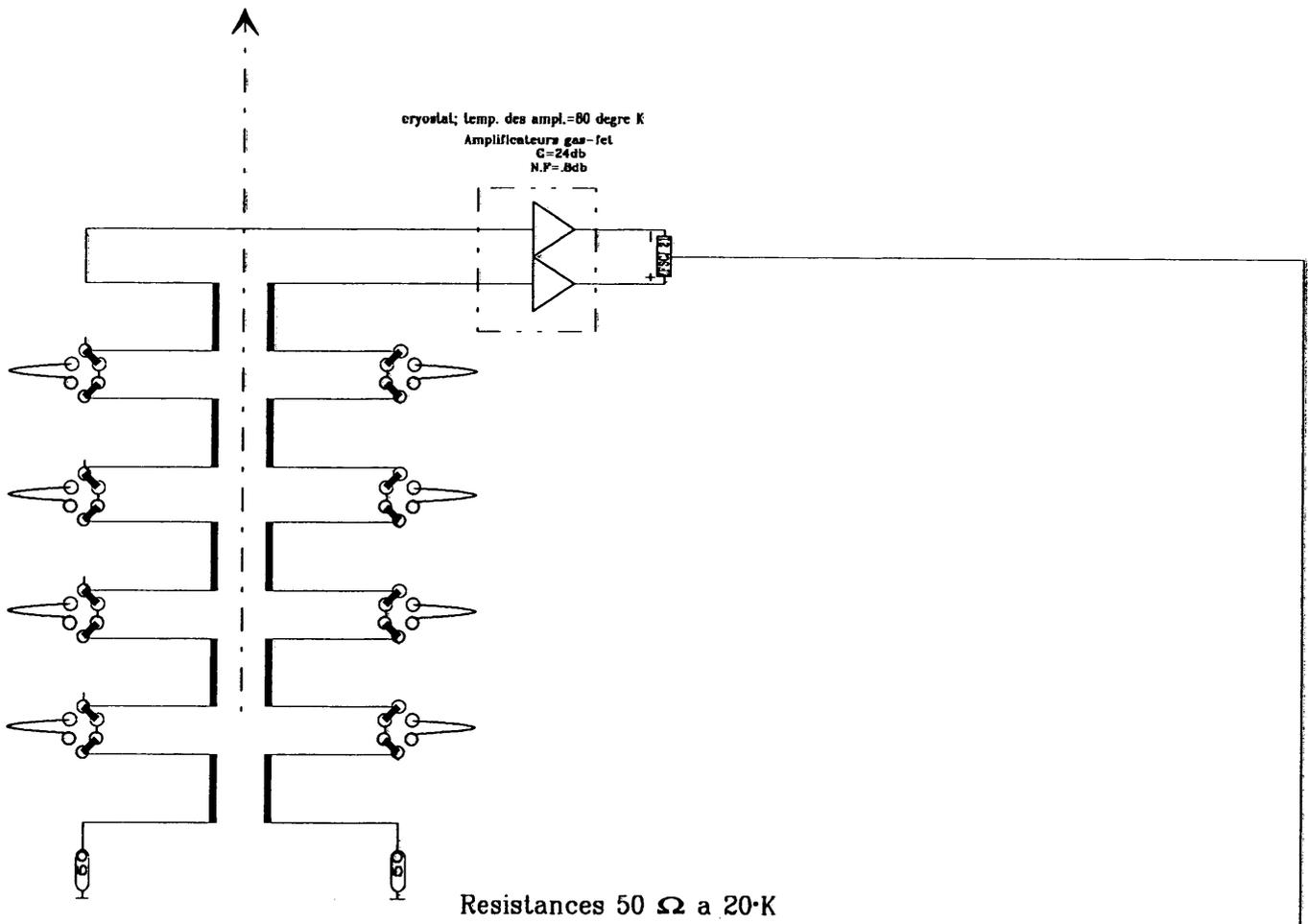


COOLING HORIZONTAL
système cryogénique
100 MeV/c et 61 MeV/c

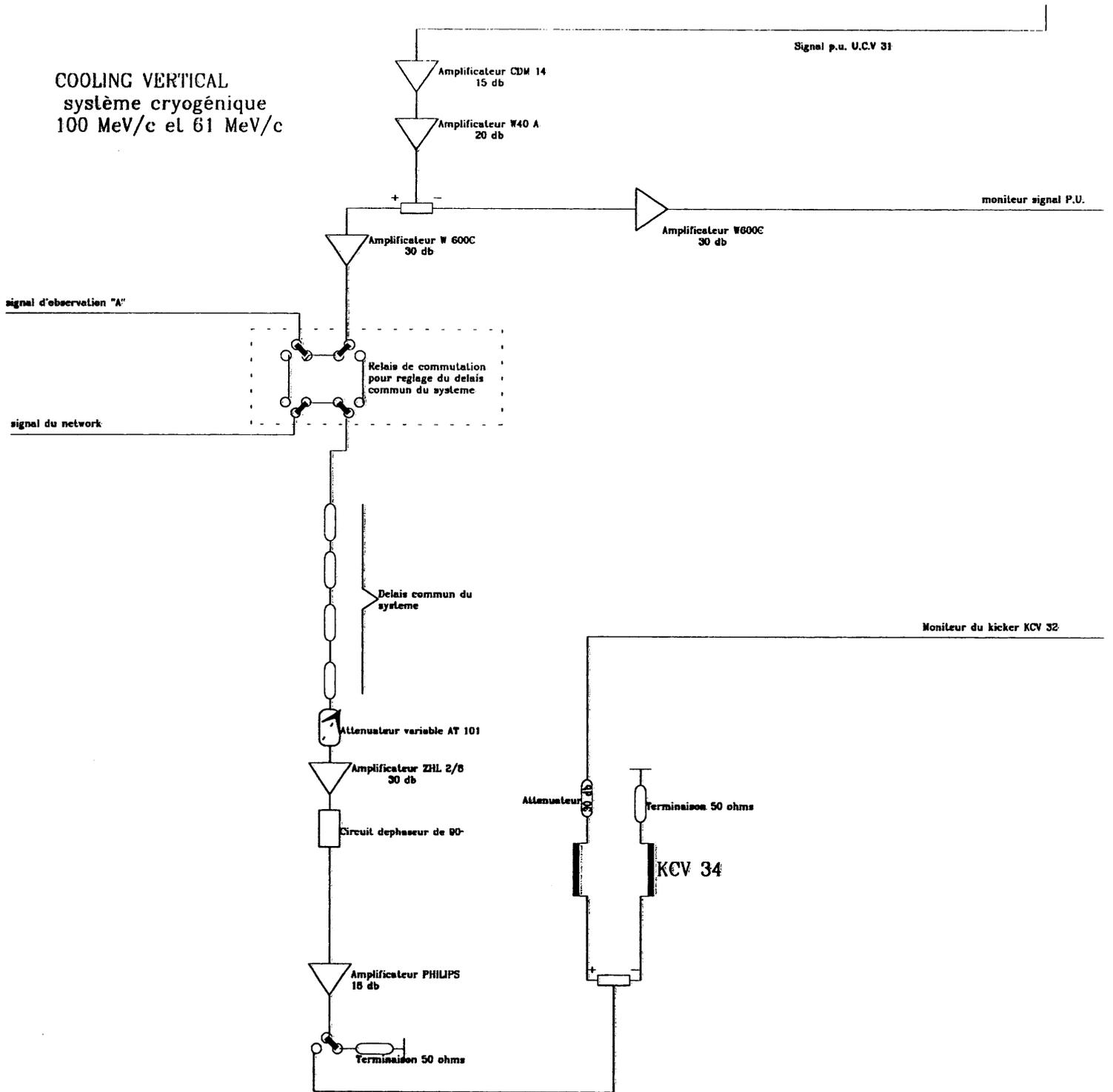


PICK-UP VERTICAL CRYOGENIQUE (UCV 31)

100 MeV/c et 61 MeV/c



COOLING VERTICAL
système cryogénique
100 MeV/c et 61 MeV/c



Cooling momentum

61MeV/c a 2Gev/c

Signal UCH 40
Signal d'observation "A"
Signal du network

Signal UCH 30
Moniteur p. u.

